

Rataverkon kunnon ja sen liikenteellisten vaikutusten visualisoinnin lähtökohdat



Jouni Paavilainen - Tommi Mäkelä - Riikka Salkonen



Ratahallintokeskuksen
julkaisu A 1/2009

Rataverkon kunnon ja sen liikenteellisten
vaikutusten visualisoinnin lähtökohdat

Jouni Paavilainen
Tommi Mäkelä
Riikka Salkonen

Helsinki 2009

Ratahallintokeskus

Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 1/2009

ISSN 1455-2604

ISBN 978-952-445-268-7

Verkkajulkaisu pdf (www.rhk.fi)

ISSN 1797-6995

ISBN 978-952-445-269-4

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Tommi Mäkelä

Paino: Kopijyvä Oy, Kuopio

Helsinki 2009

Paavilainen, Jouni – Mäkelä, Tommi – Salkonen, Riikka. Rataverkon kunnon ja sen liikenteellisten vaikutusten visualisoinnin lähtökohdat. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto. Helsinki 2009. Ratahallintokeskuksen julkaisu A 1/2009. 57 sivua ja 1 liite. ISBN 978-952-445-268-7, ISBN 978-952-445-269-4 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf)

Asiasanat: radanpito, rataverkon kunto, liikenteelliset vaikutukset, visualisointi

TIIVISTELMÄ

Perusradanpidon rahoituksen ja rataverkon liikennöitävyyden kehittymisen välisen yhteyden hahmottaminen on haasteellista, sillä rataverkko muodostuu suuresta määrästä luokitukseltaan, iältään ja kunnoltaan erilaisia rataosia. Visualisointi parantaa oleellisesti edellytyksiä saada tieto perille ja omaksua tietoa. Tällaista viestintää ei ole aikaisemmin systemaattisesti hyödynnetty.

Tässä tutkimuksessa on hahmoteltu rataverkon kunnon ja sen liikenteellisten vaikutusten visualisoinnin lähtökohdista ja siihen liittyviä tiedonhallintaprosessin kehittämistarpeita. Työssä on arvioitu, millaista visuaalista tietoa on mahdollista tuottaa käytettävissä olevien tietojen avulla. Elinkaariselvitysten ja tehtyjen kuntoarvioiden avulla on kuvattu ja hahmotettu kunnon kehittymistä rataosittain ja sen liikenteellisiä vaikutuksia. Perusradanpidon rahoituksen vaikutusten arviointia ei pidetty tässä työssä käytettävissä olleilla tiedoilla mahdollisena. Työssä on myös laadittu interaktiivisen työkalun alustava määrittely.

Lähtökohdana työssä on ollut tiedon hierarkkisuus. Rataverkko on hierarkkinen kokonaisuus, ja vaikutuksia on tietyissä rajoissa mahdollista arvioida myös suuntaa-antavan ja asiantuntija-arvioihin perustuvan tiedon avulla tai eri hierarkiatasojen tietojen yhdistelmänä. Lähtötietojen tarkentaminen parantaa tarkkuutta hierarkian ylemmillä tasoilla.

Visualisoimalla on mahdollista kuvata ja esittää radan kunnon ja radanpidon rahoituksen vaikutukset rataverkon liikennöitävyyteen ja yhteiskuntatalouteen. Eri kehittämisehdotusten yhteydet ja vaikutukset liikennejärjestelmään ja yhteiskuntaan tulevat visualisoinnin avulla helpommin ymmärrettäviksi. Kullekin tiedon tarvitsijalle voidaan lisäksi koostaa tietoa juuri siinä muodossa, kun on tarpeen.

Näyttää mahdolliselta toteuttaa dynaaminen ja interaktiivinen ohjelmisto, jolla olisi mahdollista visualisoida esimerkiksi ajan funktiona rataosien ja niiden muodostaman verkon kuntoa ja kunnon liikenteellisiä vaikutuksia sekä rahoituksen vaikutusta kunnon ja liikenteellisten vaikutusten kehittymiseen. Työkalulla voisi mm. muodostaa dynaamisesti elinkaarikuvaajia eri painotuksin ja lähtötiedoin sekä komponentteittain, komponenttiryhmittäin, rataosittain että rataosaryhmittäin.

Paavilainen, Jouni & Mäkelä, Tommi & Salkonen, Riikka. Utgångspunkter för visualisering av bannätets skick och dess effekter på trafiken. Banförvaltningscentralen, Trafiksystemsavdelningen. Helsingfors 2009. Banförvaltningscentralens publikationer A 1/2009. 57 sidor och 1 bilaga. ISBN 978-952-445-268-7, ISBN 978-952-445-269-4 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf)

Nyckelord: banhållning, bannätets skick, effekter på trafiken, visualisering

SAMMANDRAG

Det är utmanande att förstå sambandet mellan finansieringen för den grundläggande banhållningen och utveckling av bannätets skick i anslutning till hur banan kan trafikeras, för bannätet består av en stor del av banavsnitt av olika klassifikation, ålder och skick. Visualiseringen förbättrar väsentligen förutsättningar för att informationen går fram och kan absorberas. Kommunikation i denna form har inte utnyttjats systematiskt.

I denna forskning har utformats utgångspunkter för visualisering av bannätets skick och dess effekter på trafiken samt samhörande utvecklingsbehov i informationshanteringsprocessen. Det har bedömts hurdan visuell information är det möjligt att producera med hjälp av förefintliga data. Med hjälp av livscykelanalyser och skickbedömningar har det beskrivits och utformats utvecklingstrender för banans skick på olika banavsnitt och deras effekter på trafiken. Det har ansetts att det inte är möjligt att beräkna effekter av finansiering av den grundläggande banhållningen med data som stod till förfogande i detta projekt. I arbetet ingår ändå en preliminär specifikation på ett interaktivt visualiseringsverktyg.

Utgångspunkten för arbetet har varit en hierarki av data. Bannätet är en hierarkisk helhet. Det är möjligt med vissa begränsningar att beräkna effekter baserade på riktningsgivande data och sakkunniga värderingar eller på kombination av data på olika hierarkiska nivåer. Mer exakt ursprungsdata ger mer exakta resultat på högre nivåer.

Visualisering möjliggör att beskriva och presentera effekter av bannätets skick och finansiering av banhållningen på trafiken och samhällsekonomin. Förbindelser mellan olika utvecklingsalternativ och dess effekter på trafiksystem och samhället är lättare uppfatta genom visualisering. Data kan även sammanställas och informationen presenteras i anseende till målgruppen.

Att konstruera programvara för visualisering förefaller genomförbar. Det är till exempel möjligt att visualisera banavsnittens och bannätets skick och dess effekter på trafiken samt effekter av finansiering på skick och trafikering som funktion av tid. Detta verktyg kan utnyttjas bland annat till att konstruera dynamiskt livscykeldiagram med olika betoningar och ursprungsdata och med banans komponenter, komponentgrupper, banavsnitt eller banavsnittsgrupper.

Paavilainen, Jouni & Mäkelä, Tommi & Salkonen, Riikka. Bases for visualizing the condition of the rail network and its effects on traffic. Finnish Rail Administration, Traffic System Department. Helsinki 2009. Publications of the Finnish Rail Administration A 1/2009. 57 pages and 1 appendix. ISBN 978-952-445-268-7, ISBN 978-952-445-269-4 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf)

Keywords: rail infrastructure management, condition of rail network, effects on traffic, visualization

SUMMARY

The relation between the funding of rail infrastructure management and the development of the rail network's operability is challenging to perceive, because the network is compounded of a great measure of line sections with different classifications, ages, and conditions. By means of visualization, it is possible to communicate this complex matter much more efficiently than by traditional methods. The Finnish Rail Administration has not utilized this kind of visual communication systematically before.

This study outlines the basis for the visualization of the condition of the rail network and its traffic-related influences, as well as the improvement needs for the information management process concerning the visualization. It is estimated, what kind of visual information it is possible to produce by using the available data. The development of the condition of line sections and its effect to operability are perceived and represented by using available life cycle reports and estimations of the condition. In this study, that the effects of the funding of rail infrastructure management were not assessable due to the limited source data. In addition, a preliminary specification of an interactive visualization tool is also drafted.

The starting point for the study has been the hierarchical structure of information. The rail network can be seen as a hierarchical ensemble. Thus it is possible to formulate high abstraction level information by using the source data from the lower levels of the hierarchy. It is also possible to use suggestive information as well as expert estimations in the hierarchy in cases of lack of exact data. Hence, as the source data is adjusted, also the information on higher levels of the hierarchy becomes more precise.

By means of visualization, it is possible to illustrate how the condition of the rail network and the funding of rail infrastructure management affect on the operability of the rail network and further, on socio-economics. Visualization makes it easier to understand the connections and influences between different development scenarios and the transportation system and society. Each user can be provided with information in the form that is tailored exactly to their demands.

According to this study, it is feasible to implement a dynamic and interactive software that can be used to visualize e.g. the condition of line sections and the whole network, its traffic-related influences, and the effects of the funding on them, all these relative to time. With the software, it would be possible to dynamically generate different kinds of life cycle charts by using various source data and weightings, focusing on a component, a component group, a line section or a line section group.

ALKUSANAT

Perusradanpidon rahoituksen, rataverkon liikennöitävyyden kehittymisen ja yhteiskuntataloudellisten vaikutusten välisiä yhteyksiä on vaikea hahmottaa, sillä rataverkko muodostuu suuresta määrästä luokitukseltaan, iältään ja kunnoltaan erilaisia rataosia. Pelkästään jo nykytilan ja riippuvuuksien hahmottaminen kokonaisuutena on haasteellinen tehtävä. Karttapohjainen visualisointi helpottaisi asian esittämistä ja perusradanpidon rahoituksen perustelemista.

Tässä työssä on hahmoteltu rataverkon kunnon ja sen liikenteellisten vaikutusten visualisoinnin lähtökohtia ja siihen liittyviä tiedonhallintaprosessin kehittämistarpeita. Tutkimuksen on tilannut ja rahoittanut Ratahallintokeskus. Työtä ovat ohjanneet liikennejärjestelmäosastolla liikennejohtaja Anne Herneoja ja yksikön päällikkö Miika Mäkitalo. Työn yhteydessä on haastateltu radanpidon asiantuntijoita Ratahallintokeskuksessa.

Tutkimus on tehty Tampereen teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitoksella professori Jorma Mäntysen johdolla. Raportin ovat kirjoittaneet tutkija Jouni Paavilainen, tutkija Tommi Mäkelä ja tutkimusapulainen Riikka Salkonen.

Ratahallintokeskus ottaa selvityksen ja sen päätelmät huomioon rataverkon infrastruktuuritiedon Ratapurkki-tietojärjestelmässä, vaikka sinällään tässä työssä esitetyt tulokset ja ehdotukset ovat tekijöiden näkemyksiä, eivätkä ne sellaisenaan edusta Ratahallintokeskuksen kantaa.

Helsingissä, tammikuussa 2009

Ratahallintokeskus
Liikennejärjestelmäosasto

SISÄLLYS

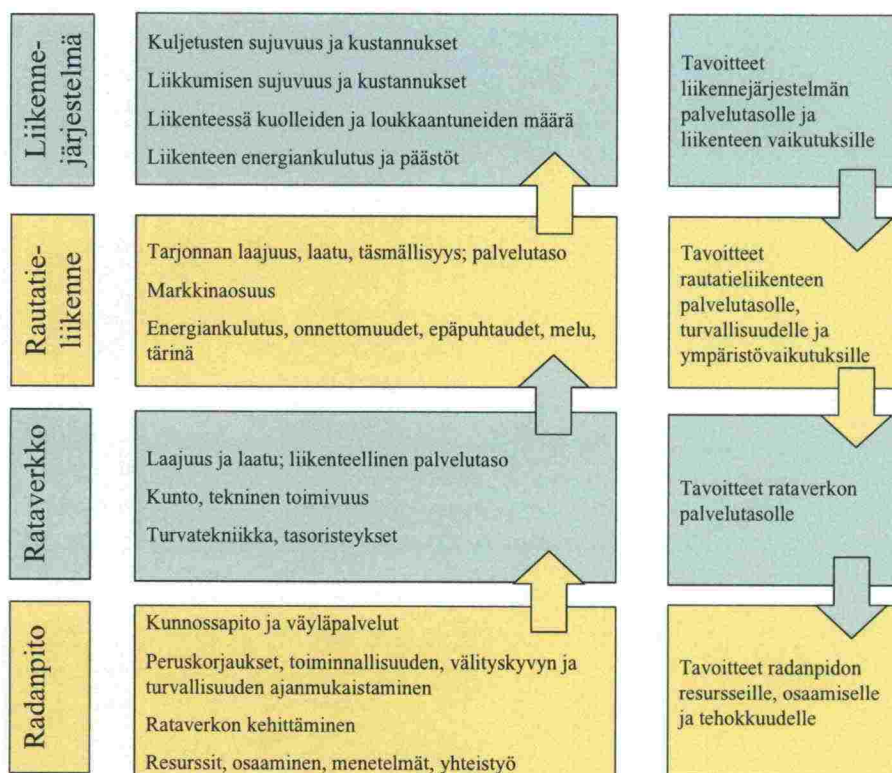
TIIVISTELMÄ.....	3
SAMMANDRAG.....	4
SUMMARY	5
ALKUSANAT.....	6
1 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT	9
1.1 Taustaa	9
1.2 Tavoite, rakenne ja menetelmät	11
2 RADANPIDON TIEDONHALLINTAPROSESSI.....	13
2.1 Lähtökohta	13
2.2 Tiedon hyödyntäminen liiketoiminnassa	13
2.2.1 Tiedon tasot	13
2.2.2 Tiedon jalostaminen ja hyödyntäminen.....	14
2.3 Radanpidon tiedonhallintaprosessin haasteet.....	15
2.4 Radanpidon tiedonhallintaprosessin kehittäminen.....	16
2.4.1 Tietotarpeiden määrittely.....	16
2.4.2 Tiedon hankinta	18
2.4.3 Tiedon prosessointi ja analysointi	18
2.4.4 Tiedon jakaminen	20
2.4.5 Tiedon hyödyntäminen ja palaute.....	20
3 RATAOSIEN OMINAISUUKSIEN JA TILAN KUVAAMINEN	22
3.1 Rataosien luokittelu.....	22
3.2 Elinkaariselvitykset.....	30
3.3 Radan komponentit ja niiden elinkaari	32
3.4 Liikennerajoitusten asettaminen	33
3.5 Elinkaaritarkastelut rataosittain.....	34
3.6 Kuntotilaa kuvaava liikenteellinen taso	35
4 RATAVERKON KUNNON KUVAAMINEN	40
4.1 Lähtökohtana rataverkon hierarkkisuus	40
4.1.1 Rataosa rataverkon perusyksikkönä	41
4.1.2 Rataosan koostuminen komponenteista.....	42
4.1.3 Komponenttien muodostamat komponenttiryhvät	43
4.1.4 Rataosa komponenttiensa koosteena	43
4.1.5 Rataosien ryhmittely.....	44
4.1.6 Parametrit ja tunnusluvut ajan funktiona.....	45
4.2 Hierarkkisen tiedon hyödyntäminen visualisoinnissa.....	45
4.3 Tuotetun ja jaetun tiedon evaluointi.....	47
5 INTERAKTIIVISEN TYÖKALUN ALUSTAVA MÄÄRITTELY	48
5.1 Yleistä	48
5.2 Yleinen toimintaperiaate	48
5.3 Tietosisältö	48

5.4	Parametrien ja tunnuslukujen tarkastelua.....	49
5.5	Toiminnallisuus.....	51
5.5.1	Lähtötiedon syöttäminen	51
5.5.2	Tunnuslukujen laskeminen	51
5.5.3	Tuotettavat visualisoinnit	51
5.6	Edellytykset ja rajoitukset.....	52
5.7	Toteutuksesta ja sen kustannuksista.....	52
6	PÄÄTELMÄT	54
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	
Liite 1	Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi	

1 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Taustaa

Radanpidon tavoitteet perustuvat liikennejärjestelmän toimivuustavoitteisiin; toimivuustavoitteiden saavuttaminen edellyttää puolestaan tehokasta radanpitoa, tarpeiden mukaista rataverkkoa ja kilpailukykyistä rautatieliikennettä (Ratahallintokeskus 2007c).



Kuva 1.1 Radanpidon ja liikennejärjestelmän tavoitteet liittyvät toisiinsa. (Ratahallintokeskus 2007c)

Rataverkon kunnan ja sen liikenteellisten vaikutusten hahmottaminen on oleellinen osa radanpidon ja liikennejärjestelmän välistä yhteyttä. Entistä kiinteämmäksi yhteyden tekee radanpidon rahoituksen ja rahoitustason vaikutusten tarkastelu. Näiden yhteyksien esittäminen visuaalisesti helpottaa asian esittämistä ja perustelemista. Edellä kuvassa esitetyt radanpidon, rataverkon, liikenteen ja liikennejärjestelmän ominaisuudet on saatava osaksi tiedonhallintaprosessia, jossa tämä data jalostuu käyttökelpoiseksi tiedoksi ja tietämykseksi. Visualisointi palvelee prosessissa erityisesti tiedon jakamisen ja hyödyntämisen apuvälineenä.

Rataverkon kunnolla tarkoitetaan sen käyttöiän ja yli menneiden bruttotonnien vaikutusta radan ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin tarjota häiriötön kulku junalle. Rataosan kunto laskee ajan funktiona, kun sitä rasitetaan. Rataverkon kuntoa ylläpidetään peruskunnossapidon avulla ja lisäksi heikkokuntoisia radan komponentteja uusitaan korvausinvestoinnein.

Radan kuormituksen – liikenteen – seurauksena sen kunto laskee ja liikennöinti-mahdollisuudet heikkenevät. Kunnan heikkeneminen näkyy liikenteessä muun muassa

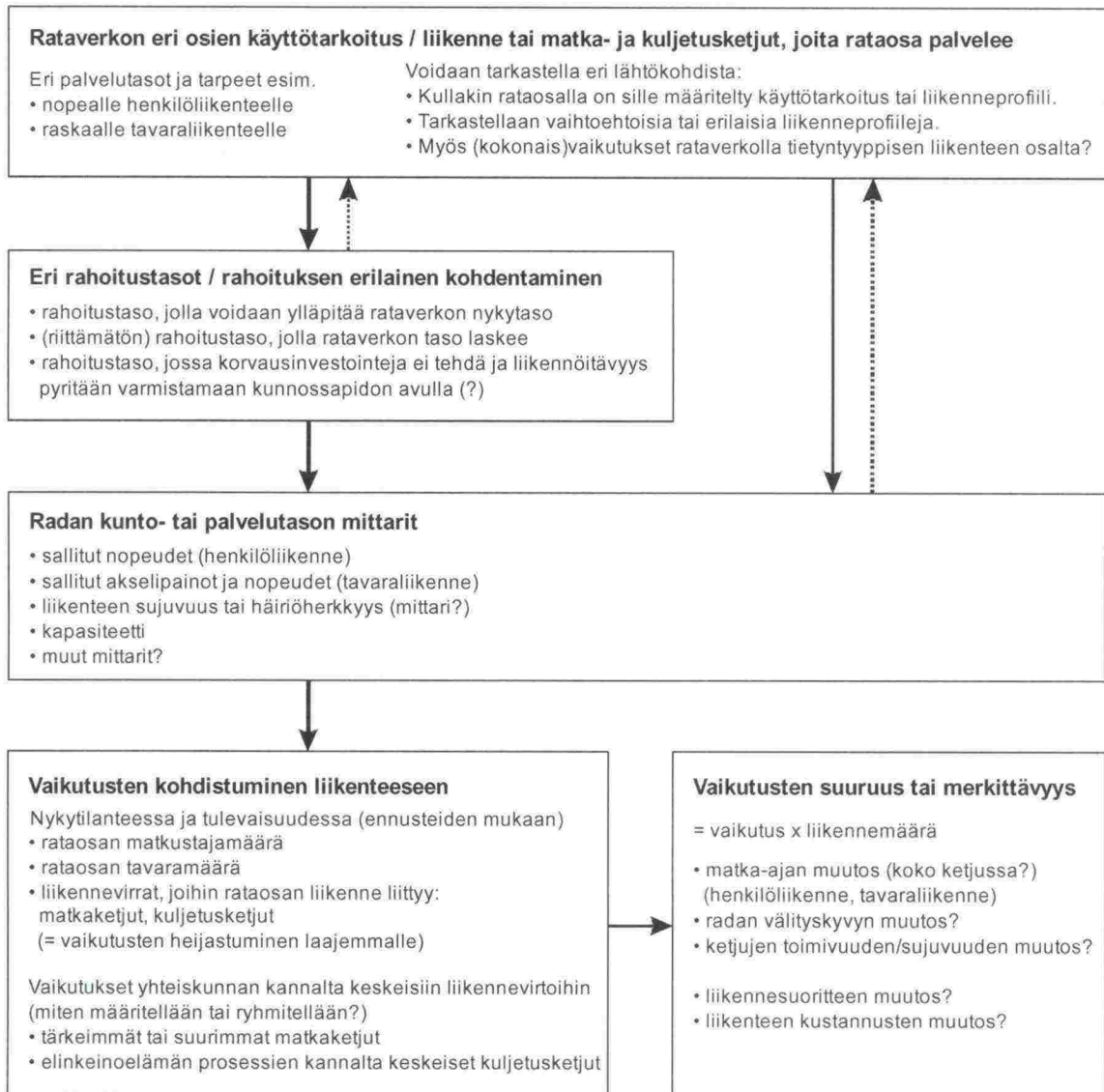
paino- ja nopeusrajoituksina. Rataosien kunto laskee, vaikka siihen kohdistetaan peruskunnossapidon toimia. Tässä tutkimuksessa kunnan heikkeneminen on oletettu lineaariseksi ja se voi saavuttaa nollatason, vaikka todellisuudessa rataosalle kohdistettaisiin korvausinvestointeja jo ennen tätä.

Rataverkon nykyisen kunnan säilyttämiseen tarvitaan valtion taloudellista panostusta, niin peruskunnossapitoon kuin korvausinvestointeihin. Tämän tilanteen näkeminen ei ole helppoa nykytilanteessa, jossa rataverkon kunto mahdollistaa sujuvan liikennöinnin. Radanpitäjän tulee kuitenkin varmistaa liikennöinti myös tulevaisuudessa ja suunnitella hankkeita pitkäjänteisesti. Tätä varten tulee rahoituksen tarve pystyä esittämään myös tulevaisuudessa.

Ongelmana on, että investoinneille on vaikea saada riittävää huomioarvoa ja siten rahoitusta. Syynä tähän on esimerkiksi se, että rataveron kunnan heikkeneminen ei näy heti, vaan vasta useiden vuosien kuluttua. Rataverkko koostuu monista eri-ikäisistä ja kunnoltaan ja laadultaan erilaisista rataosista, jolloin yksittäisen rataosan kunnan ja koko rataverkon kunnan kehittyminen kokonaisuutena on vaikeasti hahmotettavissa.

Ongelma vaikuttaa olevan pääasiassa viestinnällinen. Tieto rataverkon kunnan vaikutuksista liikennöitävyyteen on olemassa, mutta kunnan ylläpitämiseen tarvittavan rahoituksen viestiminen siitä päättävälle tahoille on erittäin haastavaa. Nykyiset verbbaaliset keinot tarvitsevat rinnalleen visuaalisia tapoja asian esittämiseen. Visualisointi tekee monimutkaisen ja vaikeasti hahmotettavan asian ymmärrettäväksi nopeasti, yhdellä silmäyksellä. Visualisointi tuo asian vakavuuden huomattavasti paremmin esille kuin kirjalliset tai numeeriset perustelut. Se mahdollistaa asian esittämisen asiaan perehtymättömille ja lisäksi visuaalisin keinoin erilaisten vaihtoehtoisten skenaarioiden esittäminen on nopeaa ja havainnollista.

Ratahallintokeskus tarvitsee viestin esittämistä varten visuaalisia kuvauksia rataverkon kunnan heikkenemisen vaikutuksista liikennöinnin mahdollisuuksiin. Karttapohjaisen visualisoinnin avulla helpotetaan asian esittämistä ja rahoituksen perustelemista päättäjille.



Kuva 1.2 Visualisoinnin viitekehys: ratojen rahoituksen, käyttötarkoituksen, tason ja liikenteellisten vaikutusten välisiä yhteyksiä.

1.2 Tavoite, rakenne ja menetelmät

Tutkimuksen tavoitteena on ollut löytää rataverkon kunnon ja sen liikenteellisten vaikutusten esittämiskeinoja, joilla vaikutukset voidaan havainnollistaa mahdollisimman tehokkaasti. Tutkimuksessa on selvitetty rataverkon kuntoon vaikuttavia tekijöitä ja niiden liikenteellisiä vaikutuksia. Tämän perusteella voidaan esittää ratojen kunnon heikkenemisen vaikutuksia rataverkolla.

Lisäksi tavoitteena on ollut selvittää, onko visualisointia varten mahdollista laatia interaktiivinen työkalu, jolla erilaisia skenaarioita voi tarkastella nopeasti ja joustavasti. Tutkimuksen yhteydessä on laadittu alustava määrittely tällaiselle työkalulle.

Alunperin tavoitteena ollutta perusradanpidon rahoituksen eri tasojen vaikutusten arviointia rataverkon kuntoon ja liikenteeseen ei tässä tutkimuksessa ole havainnollistettu. Tämä olisi edellyttänyt systemaattisempaa ja kattavampaa tietoa kuntotilan ja rahoituksen suhteesta. Eri rahoitustasojen ja rahoituksen kohdentamisen vaikutuksia

voidaan selvittää tarkemmin tässä tutkimuksessa esitetyllä lähestymistavalla vasta, kun tiedonhallintaprosessia on saatu kehitettyä.

Työn vaiheet

Tämän tutkimuksen tekeminen on jakaantunut kolmeen osaan. Aluksi työssä on koottu rataverkon kuntoon vaikuttavia tai sitä luokittelevia tekijöitä ja niiden keskinäisiä vaikutussuhteita. Ensimmäisessä vaiheessa on arvioitu, millaista visuaalista tietoa on mahdollista tuottaa käytettävissä olevien tietojen avulla. Tämä vaihe määrittää tulosten ja samalla myös lähtötietojen riittävän tarkkuustason niin resurssit kuin käyttötarkoitus huomioon ottaen. Menetelminä ovat olleet perehtyminen radan kuntoa käsitteleviin raportteihin ja selvityksiin sekä radanpidon asiantuntijoiden haastattelut.

Toisessa vaiheessa on kuvattu elinkaariselvitysten ja tehtyjen kuntoarvioiden avulla kunnan kehittyminen rataosittain ja sen vaikutukset erityyppisillä radoilla. Kuvaus perustuu ensimmäisessä vaiheessa koottuun tietoon ja sen analysointiin, muokkaamiseen ja täydentämiseen.

Kolmannessa vaiheessa on määritetty alustavasti visuaalisen työkalun toteuttamiseen tarvittavia tekijöitä. Lähtötietoja hyödyntäen on laadittu muutama staattinen skenaario. Skenaarioista käy ilmi, miten rataverkon kunto kehittyy valitulla aikajaksolla. Samalla voidaan kokeilla, kuinka hyvin visuaaliset mallit toimivat käytännössä. Lisäksi kolmannen vaiheen aikana on laadittu interaktiivisen työkalun alustava määrittely.

Raportin rakenne

Rakenteellisesti työ jakaantuu neljään osaan. Luvussa 2 tarkastellaan radanpitoon liittyvää tiedonhallintaprosessia. Siinä perehdytään liiketoiminnan tiedonhallinnan teoriaan sekä radanpidon tiedonhallintaprosessin kehittämiseen tämän hankkeen näkökulmasta.

Luvussa 3 kuvataan rataosan ominaisuuksia ja perusteita luokitella rataosia sekä kuvataan rataosien elinkaari. Tässä luvussa kuvataan myös perusteet liikenne rajoitusten asettamiselle. Luvussa hahmotellaan rataverkon kunnan ja sen liikenteellisten vaikutusten kuvaamista olemassa oleviin tietoihin perustuen. Rataverkon kunto esitetään sen komponenttien avulla rataosittain.

Luvussa 4 esitetään rataosien ryhmittelyperusteet ja määritetään millaiset komponentit vaikuttavat koko rataverkon kuntoon. Lisäksi esitetään joitakin esimerkkejä visualisoinnin mahdollisuuksista.

Luvussa 5 otetaan askel eteenpäin ja kuvataan alustavasti, millainen tulee olla interaktiivisen työkalun, jonka avulla rataverkon kunnan kuvaaminen voidaan tulevaisuudessa toteuttaa. Luvussa kuvataan ne tarpeet ja vaatimukset, joita tällaisen työkalun toteuttaminen edellyttää.

Työn lopuksi esitetään päätelmät luvussa 6.

2 RADANPIDON TIEDONHALLINTAPROSESSI

2.1 Lähtökohta

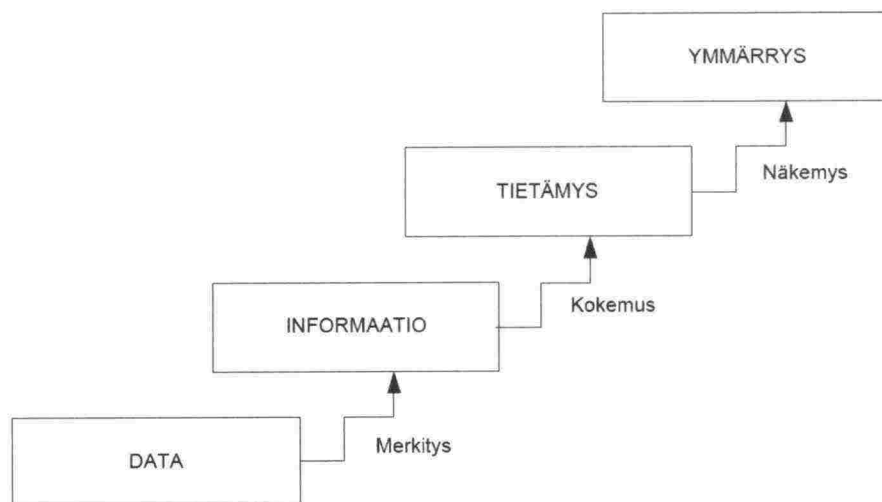
Tutkimuksen aikana kävi ilmi, että radanpidon visualisoinnin lisäksi haasteena on siihen liittyvän tiedon hankkiminen ja tuottaminen. Visualisoinnin tietotarpeet ovat siinä määrin poikkeavat nykyisiin tietotarpeisiin verrattuna, ettei kaikkia vaadittavia tietoja tällä hetkellä tuoteta tai ne ovat hankalasti käytettävässä muodossa. Niinpä tässä luvussa perehdytään radanpitoon liittyvään tiedonhallintaprosessiin. Keskeisenä kysymyksenä on, kuinka tiedonhallintaprosessia tulisi kehittää visualisoinnin näkökulmasta. Luvussa 2.2 tutustutaan tiedonhallintaprosessiin yleisellä tasolla. Luvussa 2.3 tarkastellaan prosessin haasteita erityisesti tämän hankkeen näkökulmasta ja luvussa 2.4 syvennytään aiheeseen tarkemmin soveltamalla iteratiivista tiedonhallintaprosessia hankkeen tarpeisiin.

2.2 Tiedon hyödyntäminen liiketoiminnassa

Tieto sinällään ei tee tai tuota mitään, vaan se saa arvonsa vasta, kun sitä käytetään jonkin tavoitteen saavuttamiseksi. Tieto voi siis tuoda organisaatiolle etua, mutta ei sellaisenaan ole itseisarvo: se ei ole arvokasta, ellei sitä osata hyödyntää. Jos tietoa kerätään suuria määriä välittämättä sen laadusta ja käyttökelpoisuudesta, on siitä enemmänkin haittaa kuin hyötyä. Suuresta tietomassasta on erittäin vaikea löytää oikeaa tietoa, ja turhan tiedon kerääminen vie resursseja. Edun tuottamiseksi tiedon pitää olla käyttäjälleen merkityksellistä ja sitä pitää hyödyntää organisaation toiminnassa. Suurin hyöty tiedosta saadaan silloin, kun se on oikealla henkilöllä, oikeaan aikaan ja oikeassa muodossa. Tehokkaan toiminnan kannalta on tärkeää, että ainoastaan merkityksellinen tieto löytää tiensä päätöksentekijälle. (Vuori et al. 2008, s. 13)

2.2.1 Tiedon tasot

Tiedosta puhuttaessa on tärkeä ymmärtää, että se koostuu useista erilaisista ja eriluonteisista tasoista. Kuvassa 2.1 on esitetty yleisimmät tiedot tasot. **Datalla** tarkoitetaan sellaista tiedon jyvistä, jolla ei yksinään ole vielä merkitystä. Kun data tulkitaan eli dekodataan ja asetetaan oikeaan yhteyteen, se saa merkityksensä ja muuttuu siten **informaatioksi**. **Tietämyksellä** tarkoitetaan yksilön omaksumaa, tiettyyn kontekstiin sijoitettua ja samalla siis sisäistettyä, inhimillistä tietoa. **Ymmärryksellä** puolestaan tarkoitetaan näkemystä tärkeiden tekijöiden välisistä suhteista. (Vuori et al. 2008, s. 14–15)



Kuva 2.1 Yleisimmät tiedon tasot (Vuori et al. 2008, s. 15)

2.2.2 Tiedon jalostaminen ja hyödyntäminen

On selvää, että päätöksenteon tukena käytetty tieto tulee olla luonteeltaan mahdollisimman korkealla tasolla – pelkkään merkityksettömään dataan ei päätöksiä voi perustaa, vaan tarvitaan tietämystä ja ymmärrystä. Tiedon jalostuminen ei kuitenkaan tapahdu itsestään, ainakaan hallitusti ja tehokkaasti, vaan organisaation on aktiivisesti edistettävä tätä pyrkimystä.

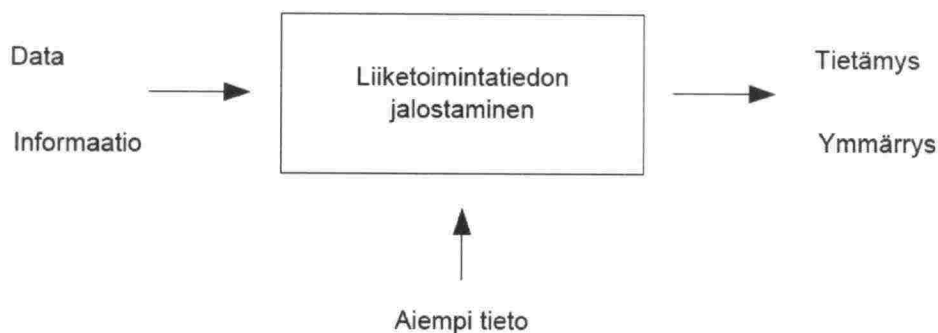
Liiketoimintatieto on kaikkea organisaation toiminnassaan tuottamaa ja hyödyntämää tietoa. Liiketoimintatiedon hallinta on toimintaa, jonka avulla organisaatio järjestelmällisesti kerää, hallinnoi, analysoi, jakaa ja hyödyntää tietoa omasta liiketoiminnastaan ja toimintaympäristöstään. Jotta tietoa voidaan hyödyntää tulevien tapahtumien ennakoimiseen ja oman toiminnan suunnitteluun, sen on oltava tulevaisuussuuntautunutta ja tarkoituksenmukaista. Liiketoimintatiedon hallinta pyrkii jalostamaan datan ja informaation tietämykseksi ja lopulta liiketoimintaa tukevaksi ymmärrykseksi. Liiketoimintatiedon hallinnan prosessit keräävät ja jalostavat yleensä dataa ja informaatiota, joka pyritään tarkoituksenmukaisella tavalla jakamaan päätöksentekijöille. Tavoitteena on luoda liiketoiminnan kannalta hyödyllistä tietämystä ja ymmärrystä, joka kehittää organisaation suorituskykyä. Päätöksentekijöillä tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkia tiedon käyttäjiä tehtävien päätösten laajuudesta ja suuruusluokasta riippumatta. (Vuori et al. 2008, s. 16)

Kun tietoa jalostetaan, kasvaa myös sen arvo organisaatiolle. Isokaan datamäärä ei ole arvokas, jos sitä ei kyetä jalostamaan hyödylliseen muotoon. Yleistäen voidaan sanoa, että kaikissa liiketoimintatiedon hallinnan prosesseissa on viime kädessä kysymys tiedon jalostamisesta. Tiedon jalostamisessa tarvitaan aina aiempaa aiheeseen liittyvää tietoa. Dataa ei voida muokata informaatioksi, ellemmme tiedä datan merkitystä ja aiheyyttä. Informaatiokaan ei muutu tietämykseksi, ellemmme osaa yhdistää samaamme informaatiota ja liittää sitä oikeaan asiayhteyteen. (Vuori et al. 2008, s. 16–17)

Yhteistä erilaisille tiedonhallinnan prosesseille onkin, että ne tavalla tai toisella pyrkivät vastaamaan organisaation tietotarpeiden asettamiin haasteisiin jalostamalla tietoa

alemmilta tasoilta ylemmälle. Samalla, kun data ja informaatio jalostuvat tietämykseksi ja ymmärrykseksi, kasvaa myös yrityksen tiedon arvo. Aineettoman pääoman näkökulmasta katsottuna voidaan todeta, että yrityksen tietopääoman arvo kasvaa samalla, kun tietoa jalostetaan. (Vuori et al. 2008, s. 16–17)

Kuvassa 2.2 kuvattu liiketoimintatiedon hallinnan prosessi graafisesti.



Kuva 2.2 Liiketoimintatiedon hallinnan prosessi. (Vuori et al. 2008, s. 17)

2.3 Radanpidon tiedonhallintaprosessin haasteet

Kuten todettua, radanpidon visualisointi aiheuttaa uuden haasteen RHK:n tiedonhallintaprosessille. Tietoa kerätään ja tuotetaan kattavasti, mutta sen soveltuvuus visualisoinnin tarkoituksiin ei ole paras mahdollinen. *Visualisoinnin kannalta* tämä näyttäytyy muun muassa seuraavina ongelmina:

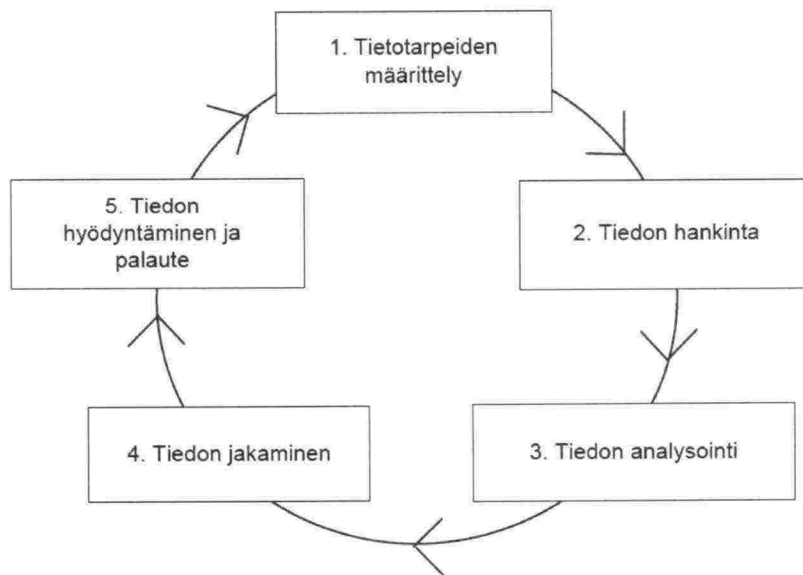
- **”Turhan” tiedon kerääminen.** Radanpitoon liittyen tuotetaan ja kerätään valtavasti tietoa. Visualisoinnin näkökulmasta tärkeiden asioiden löytäminen on kuitenkin vaikeaa tai mahdotonta. On määriteltävä tarvelähtöisesti, mitä tietoa tulisi kerätä ja missä muodossa.
- **Tiedon hajanaisuus ja strukturoimattomuus.** Tiedonhallintamenetelmät eivät tue visualisoinnin tarpeita parhaalla mahdollisella tavalla. Tietoja ei tallenneta yhtenevässä muodossa, yhteen paikkaan, jolloin niiden käyttö on haasteellista.
- **Tiedon vertailukelvottomuus.** Osin edellisestä johtuen eri tietojen vertailu on vaikeaa. Esimerkiksi rataosakohtaiset elinkaariselvitykset on paikoin laadittu melko vapaamuotoisesti, jolloin esimerkiksi rataosien välinen vertailu ja priorisointi on hankalaa.
- **Tieto ei ole tarpeeksi monikäyttöistä.** Tietoa tuotetaan usein kertaluonteiseen tarpeeseen eikä se siten palvele esimerkiksi visualisoinnin tarpeita. Tähän liittyvät läheisesti myös kaksi edellistä ongelmaa.

Sinänsä Ratahallintokeskuksen tiedontuotantoprosessi on erittäin tehokas. Esimerkiksi ratojen tarkastusjärjestelmän avulla geometrisesta kunnosta kerätty tieto ja sen tulkinta ovat tärkeitä kunnossapidon kannalta, ja tietoa myös pystytään hyödyntämään tähän tarkoitukseen. Oleellista olisikin kehittää prosessia siihen suuntaan, että näitä samoja tietoja pystyttäisiin hyödyntämään myös mahdollisimman moniin muihin tarkoituksiin.

2.4 Radanpidon tiedonhallintaprosessin kehittäminen

Kirjallisuudessa organisaation tiedonhallinnan kehittämiseen on esitetty useita erilaisia prosessimalleja. Tässä tutkimuksessa on sovellettu muun muassa *Rakennusalan liiketoimintatiedon hallinnan opas* -teoksessa (Vuori et al. 2008) esitettyä yleistä liiketoimintatiedon hallinnan prosessimallia. Prosessimallin avulla tarkastellaan, kuinka RHK voisi parantaa tiedonhallintaprosessiaan visualisointiin liittyen. Malli on toimialariippumaton ja siten erittäin käyttökelpoinen myös tässä yhteydessä.

Liiketoimintatiedon hallintaprosessi voidaan kuvata jatkuvana syklinä, jossa eri vaiheiden kautta data jalostuu käytettäväksi tiedoksi ja tietämykseksi. Kuvassa 2.3 on esitetty yleisluontoinen liiketoimintatiedon hallintaprosessi. Malli kattaa kaiken yrityksen liiketoimintatiedon. Tässä tutkimuksessa mallia sovelletaan kuitenkin vain tiettyä osa-aluetta – radanpidon visualisointia – koskevaan tietoon.



Kuva 2.3 Liiketoimintatiedon hallintaprosessin vaihteet. (Vuori et al. 2008, s. 18)

2.4.1 Tietotarpeiden määrittely

Liiketoimintatiedon hallintaprosessin ensimmäinen vaihe on tietotarpeiden määrittely. Tietotarpeet on määriteltävä, jotta ne voidaan tyydyttää mahdollisimman hyvin ja tehokkaasti. Päätöksenteon tueksi tarvitaan tietoa, mutta liika tai vääränlainen tieto saattaa jopa hankaloittaa päätöksentekoa. Siksi on tärkeää selvittää, mitä tietoa todella tarvitaan, ja keskittyä sen keräämiseen, analysointiin ja jakamiseen oikeassa muodossa, oikeille henkilöille ja oikeaan aikaan. On myös tiedostettava, että tiedon halu ja tiedon tarve ovat kaksi eri asiaa. Tiedon hankinnan resurssit tulisi pyrkiä kohdistamaan todellisten tietotarpeiden tyydyttämiseen. (Vuori et al. 2008, s. 18)

Näin ollen RHK:n tulisi määrittää, mitä tietoa ja missä muodossa tarvitaan. Huomioida tulisi niin nykyiset kuin tulevatkin tarpeet. Jälkimmäisiin lukeutuvat esimerkiksi tässä tutkimuksessa esitetty visualisointityökalu lähtötietotarpeineen. Aluksi tulisi voida vastata seuraavaan kysymykseen:

– **Mitä tietoa kukin käyttäjä tarvitsee ja missä muodossa?**

- *"Visualisointityökalun lähtötiedoksi tarvitaan komponenttikohtaiset elinkaariselvitykset."* (*)

(*) Kuhunkin kysymykseen on liitetty esimerkki selventämään, mitä kysymyksellä tarkoitetaan. Esimerkit ovat kuvitteellisia eikä niitä tule tulkita esimerkiksi toimenpidesuositukseksi.

Jo tässä vaiheessa on hyvä keskittyä siihen, että jatkossa tuotettua tietoa voidaan hyödyntää mahdollisimman monikäyttöisesti. Tällöin tulisi tarkastella vastausta seuraavaan kysymykseen:

– **Voidaanko samoilla tiedoilla tyydyttää useampia tarpeita?**

- *"Komponenttikohtaisia elinkaariselvityksiä voidaan käyttää myös riskianalyysijä tehtäessä."*

Iteratiivisen prosessin tämän vaiheen tärkein tehtävä on vastata edellä esitettyihin kysymyksiin. Lisäksi ensimmäisellä kierroksella on syytä tarkastella tiedon nykytilannetta – tietoa on jo kerätty ja tuotettu suuri määrä, joten suuri osa määritellyistä tarpeista voidaan tyydyttää jo olemassa olevalla tiedolla. Tällöin tiedon hankintaa ei tarvitse aloittaa "alusta". On siis etsittävä vastausta seuraavaan kysymykseen:

– **Mitä tietoa nykyään kerätään ja missä muodossa?**

- *"Elinkaariselvityksiä on laadittu joistakin rataosista, joskin melko vapaa-
muotoisesti."*

Seuraavaksi peilataan määriteltyjä tarpeita nykytilanteeseen. Tällöin kysymys voidaan muotoilla seuraavasti:

– **Kuinka hyvin kerättävä tieto vastaa määriteltyihin tarpeisiin?**

- *"Osa elinkaariselvityksistä puuttuu ja lisäksi olemassa olevissa tieto ei ole riittävän vertailukelpoista."*

Tämän kaltaisen yleisen tason tarkastelun jälkeen voidaan vielä määritellä tarpeiden ja nykytilanteen suhdetta tarkemmin valituilla osa-alueilla. Tällöin kysymyksenasettelu voi olla esimerkiksi seuraava:

– **Mitä tietoa puuttuu, mitä kerätään turhaan, mitä väärässä muodossa?**

- *"Elinkaariselvitykset puuttuvat rataosilta X, Y ja Z. Selvityksiin on oheistettu tiedot asiasta A, mutta niitä ei tällä hetkellä käytetä systemaattisesti mihinkään. Tehdyissä elinkaariselvityksissä komponentin B elinkaarien vaiheet on esitetty vertailukelvottomassa muodossa."*

2.4.2 Tiedon hankinta

Toinen vaihe, tiedon hankinta, on kaksijakoinen: organisaation tietotarpeet ovat laaja-alaisia, ja niihin vaikuttavat heikot signaalit ja muutokset toimintaympäristössä. Mitä tiiviimmin organisaatio haluaa tarkkailla pienimpiäkin muutoksia markkinassa, sitä laajempi ja runsaampi on hankittavan tiedon kirjo. Toisaalta ihmisen kyky omaksua tietoa on rajoittunut, joten organisaation on pakko valita saatavilla olevasta tiedosta vain sille todella tarpeellinen osuus. Tietoa pitää hankkia useasta eri lähteestä, jotta organisaatiolla on mahdollisuus valita sille tarkoituksenmukaisin tieto. Tietolähteet tulee myös valita huolellisesti, ja niiden seuraamisen ja arvioinnin tulee olla jatkuvaa. (Vuori et al. 2008, s. 17–18).

Koko organisaation tasolla relevantin tiedon – ja vain sen – hankinta on siis laaja ja vaativa tehtävä. Tämän tutkimuksen aihepiirin osalta tarvittavan tiedon määrittely ja hankinta on kuitenkin täysin tehtävissä. Oleelliseksi muodostuvat seuraavat kysymykset ja seikat:

– **Mistä mikäkin tieto hankitaan, kuka sen hankkii ja kuka tai mikä sen tuottaa?**

- *”Komponenttien B elinikä määrytyy Uimosen (2008) selvityksen mukaisesti. Lisäksi kyseisten komponenttien elinikiä tarkennetaan rataosakohtaisesti tahojen C laatimien elinkaariselvityksien yhteydessä.”*

Tietoa tuotettaessa ja hankittaessa on pyrittävä varmistumaan ainakin seuraavista seikoista:

– **Tiedon jatkuvuus**

- *”Elinkaariselvitykset päivitetään K vuoden välein.”*

– **Tietojen vertailtavuus**

- *”Komponentin B elinkaaren vaihe esitetään prosenttimuodossa, suhteessa koko elinkaaren pituuteen.”*

– **Tiedon struktuurisuus**

- *”Kaikki tieto tuotetaan rataosittain siten, että kaikilla rataosilla käytetään samoja komponentteja, pl. joiltakin rataosilta puuttuvat komponentit.”*

– **Tiedon oikeellisuus**

- *”Tuotettu tieto validoidaan (tarkoitukseen soveltuvuus) ja verifioidaan (vaatimukseen vastaaminen) säännöllisesti.”*

2.4.3 Tiedon prosessointi ja analysointi

Kolmannessa vaiheessa tietoa prosessoidaan ja analysoidaan. Kerättyä tietoa arvioidaan ja karsitaan sen merkittävyyden ja luotettavuuden perusteella ja uusia tiedonpalasia yhdistetään ja liitetään aiempaan tietoon. Osa hankitusta tiedosta voidaan varastoida organisaation erilaisiin arkistoihin, tietokantoihin ja tietojärjestelmiin, jotta tiedon

etsiminen, jakaminen ja monipuolinen hyödyntäminen olisi mahdollista. Tietoa analysoidaan eli sitä tarkastellaan tietyssä kontekstissa ja sille annetaan merkitys ja arvo. Prosessoinnin ja analysoinnin aikana tiedosta voidaan kehittää erilaisia tietotuotteita ja -palveluita, joiden tavoitteena on auttaa käyttäjää ymmärtämään kokonaistilannetta paremmin sekä tekemään parempia päätöksiä. Ihannetapauksessa tietotuotteet ja -palvelut on rakennettu vastaamaan vain ja ainoastaan loppukäyttäjien tarpeita. Näin ei kuluteta turhaan työtunteja ja tallennuspaikkoja hyödyttömän tiedon keräämiseen, analysointiin ja säilytykseen. Hyvä tietotuote on helppokäyttöinen, täsmällinen, laadukas, joustava sekä aikaa ja kustannuksia säästävä. (Vuori et al. 2008, s. 18).

Kerättyä ja tuotettua tietoa prosessoidessa ja analysoidessa Ratahallintokeskuksen tulisi siis pystyä vastaamaan ainakin seuraavaan kysymykseen:

– ***Miten kerätty ja tuotettu tieto pystyy vastaamaan luvussa 2.4.1 määriteltyihin tarpeisiin?***

- *"Komponenttikohtaiset elinkaariselvitykset soveltuvat erinomaisesti visualisointityökalun lähtötiedoiksi, kunhan ne tallennetaan määriteltyyn struktuuriin. Lisäksi selvityksiä voidaan käyttää myös riskianalyysijä tehtäessä. Näin ollen tieto täyttää määritellyt tietotarpeet."*

Lisäksi tässä yhteydessä on syytä tarkastella kerätyn tiedon laatua:

– ***Täyttääkö kerätty ja tuotettu tieto luvussa 2.4.2 esitetyt vaatimukset jatkuvuudesta, vertailtavuudesta, struktuurisuudesta ja oikeellisuudesta?***

- *"Komponenttikohtaiset elinkaariselvitykset vastaavat tällä hetkellä hyvin annettuihin laatuvaatimuksiin, mutta tiedon keräämisen jatkuvuutta ei ole turvattu tarpeellisella tasolla."*

On melko todennäköistä, että kerätty tieto ei sellaisenaan vastaa kaikkiin tarpeisiin ja vaatimuksiin, vaan sitä on muokattava. Toisin sanoen tietoa joudutaan "räätälöimään" tilanteen mukaan siten, että esimerkiksi vertailukelpoisuus saavutetaan. Tässä yhteydessä on tärkeä varmistua, että tieto säilyy oikeellisenä. Ihannetilanteessa kerätty tieto olisi jo valmiiksi oikeassa muodossa, mutta todellisuudessa tämä harvoin täysin toteutuu.

Lopuksi, kun tieto on hankittu, tuotettu ja muokattu, se on tallennettava johonkin siten, että se on tarvitsijoiden (ja vain heidän) hyödynnettävissä mahdollisimman tehokkaasti nyt ja tulevaisuudessa. Näin ollen organisaation tulee vastata kysymykseen:

– ***Mihin ja miten tieto tallennetaan?***

- *"Komponenttien elinkaariselvitykset tallennetaan organisaation SQL-kantaan, tauhuun K, jonka määrittely on liitteessä N."*

2.4.4 Tiedon jakaminen

Pelkkä tiedon tai tietotuotteiden olemassaolo ei riitä, vaan niiden täytyy myös saavuttaa tarvitsijat. Tiedon jakamisen tarkoituksena on tyydyttää tietotarpeet, jotta oleellinen tieto saadaan käyttäjälle halutussa muodossa oikeaan aikaan. Tietoa ja tietotuotteita voidaan jakaa erilaisten tietojärjestelmien, sähköpostin, portaalien ja muiden teknologisten apuvälineiden avulla. Tiedon jakaminen lisää organisaation tiedon luomista ja päätöksentekoa, ja sitä kautta se myös lisää organisaation oppimista. (Vuori et al. 2008, s. 18–19)

Näin ollen esille nousee kaksi keskeistä kysymystä, joista ensimmäinen on:

– ***Keille tieto jaetaan, ts. ketkä ovat tiedon tarvitsijoita?***

- *”Radan kuntotasoon liittyviä seikkoja tulisi visualisoida liikenne- ja viestintäministeriön toimijoille.”*

On huomattava, että tiedon tarvitsija vaikuttaa voimakkaasti siihen, mitä tietoa kannattaa jakaa ja minkälaisessa muodossa. Esimerkiksi em. liikenne- ja viestintäministeriö tarvitsee melko korkean abstraktiotason tietoa nopeasti omaksuttavassa muodossa, kun taas jokin organisaation sisäinen toimija tarvitsee huomattavasti spesifimpää tietoa omasta toimialueestaan. Hyvästä tietolähteestä on mahdollista muokata näitä molempia tarvitsijoita tyydyttäviä tietotuotteita.

Tiedon sisältö ja tarvitsija määrittelevät vastauksen toiseen tärkeään kysymykseen:

– ***Miten tieto jaetaan tarvitsijoille, ts. mitä medioita käytetään?***

- *”Radan kuntatasoon liittyvät tiedot jaetaan liikenne- ja viestintäministeriölle visualisointityökalulla tuotettujen raporttien avulla.”*

2.4.5 Tiedon hyödyntäminen ja palaute

Tieto saa arvonsa vasta, kun sitä hyödynnetään. Liiketoimintatiedon hallintaprosessin viidennessä vaiheessa tietoa sovelletaan käytännön ongelmanratkaisussa ja päätöksenteossa. Liiketoimintatiedon hallinnan on oltava yhteydessä organisaation muihin prosesseihin, sillä korkealaatuinenkaan tieto ei tuo lisäarvoa päätöksentekoon, jos se on erillään organisaation liiketoiminnan päivittäisistä rutineista. Tietoa hyödynnettäessä syntyy samalla uutta tietoa. (Vuori et al. 2008). Tiedon hyödyntämiseen liittyen organisaation tulee asettaa itselleen erityisesti seuraava kysymys:

– ***Kuinka tiedon tarvitsijat hyödyntävät heille tuotettua tietoa?***

- *”Liikenne- ja viestintäministeriö hyödyntää visualisointityökalulla tuotettuja raportteja allokoidessaan radanpidon resursseja rataverkolle. Raportit tukevat tätä päätöksentekoa erittäin kattavasti.”*

Jotta liiketoimintatiedon hallintaprosessi toimisi jatkuvana syklinä, se edellyttää palautejärjestelmän kehittämistä tiedon hyödyntämisen rinnalle. Tiedon käyttäjien tulisi viestiä tiedon tuottajille esimerkiksi toimitetun tiedon tai tietotuotteen osuvuudesta, ajoituksesta ja sen herättämistä lisäkysymyksistä. Palautteen avulla voidaan havaita uusia tietotarpeita sekä tarkentaa olemassa olevia ja siten kehittää tiedon hankintaa sekä analysointia. Palautteen antamisen kautta liiketoimintatiedon hallintaprosessin ympyrä sulkeutuu, ja prosessi pyörii kertautuvana jatkumona. (Vuori et al. 2008). Näin ollen organisaation tulisi kysyä tiedon tarvitsijoilta ennen kaikkea seuraava kysymys:

– ***Vastasiko tuotettu tieto määriteltyihin tietotarpeisiin?***

- *”Raportit palvelivat muuten tarkoitustaan, mutta rataosien liikennöintimäärien erojen vaikutus tuotiin epäselvästi esille.”*

Tiedon tarvitsijan näkökulman lisäksi on tärkeä selvittää, kuinka hyvin prosessi onnistui organisaation näkökulmasta. Tällöin kysymys voidaan muotoilla seuraavasti:

– ***Saiko tiedon tarvitsija organisaation kannalta oleelliset tiedot?***

- *”Visuaalisten raporttien avulla RHK onnistui viestimään LVM:lle keskeisimmät radanpidon rahoituksen ongelmat.”*

Palautevaiheen jälkeen prosessi alkaa alusta. Tällöin tietotarpeiden määrittäksiä voidaan tarkentaa sen perusteella, kuinka hyvin tuotettu tieto palveli tarkoitustaan ja minkälaista palautetta se sai tarvitsijoiltaan.

Iteratiivinen prosessi parantaa organisaation tiedonhallintaa merkittävästi. Vuori et al. (2008, s. 20) tiivistävät prosessin käyttämisen hyödyt seuraavasti:

- Päätöksenteon nopeus, osuvuus ja laatu paranevat.
- Tietotarpeet voidaan analysoida ja tyydyttää tehokkaammin.
- Päällekkäiset toiminnot tiedon haussa ja analysoinnissa vähenevät.
- Epäjohdonmukaisen raakatiedon määrä vähenee.
- Saatavilla on enemmän jäsentynyttä ja analysoitua tietoa.

3 RATAOSIEN OMINAISUUKSIEN JA TILAN KUVAAMINEN

Tässä luvussa hahmotellaan rataosien kunnon ja sen liikenteellisten vaikutusten kuvaamista olemassa oleviin tietoihin perustuen. Kuntotilaan liittyvää tietoa jäsennellään siten, että sen perusteella olisi mahdollista arvioida vaikutuksia rautatieliikenteeseen. Tuloksena saadaan arvio kuntotilaa kuvaavasta liikenteellisestä tasosta: rataosien nopeus- ja akselipainorajoituksista ja niiden laajuudesta.

Liikenteellisten vaikutusten arviointia on mahdollista jatkaa ja tarkentaa edelleen, ja muodostaa arviot kunnosta johtuvien liikennerajoitusten vaikutuksesta matka-aikoihin. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi simulointiohjelmilla. Sitä ennen on kuitenkin oltava käytettävissä nykyistä kattavampaa ja systemaattisempaa tietoa laajemmalla osalla rataverkkoa. Lisäksi on arvioitava ja määritettävä tarkemmin rajoitusten fyysinen sijainti eri rataosilla.

3.1 Rataosien luokittelu

Tässä tutkimuksessa on Suomen rataverkkoa tarkasteltu rataosittain. Koska rataverkon tilan kuvaamisen keskeisenä lähteenä ovat olleet elinkaariselvitykset, rataosien luokittelussa on käytetty elinkaariselvityksissä käytettyä rataomaisuuden jakoa alueisiin ja rataosiin (Ratahallintokeskus 2004a). Siinä kullakin rataosalla tai alueella on neli-numeroinen tunnus, ”rataomaisuusnumero”. Rataosien rataomaisuusnumeroihin perustuva jako on esitetty elinkaariselvityksiä käsittelevässä kohdassa (Kuva 3.6).

Tämä jaottelu ei kuitenkaan sovellu erityisen hyvin rataverkon ominaisuuksien, kunto-tilan ja liikenteellisen merkityksen kuvaamiseen, koska siinä yksi rataosa voi kattaa ratateknisiltä tai liikenteellisiltä ominaisuuksiltaan erilaisia osia (vrt. luku 4.1.1).

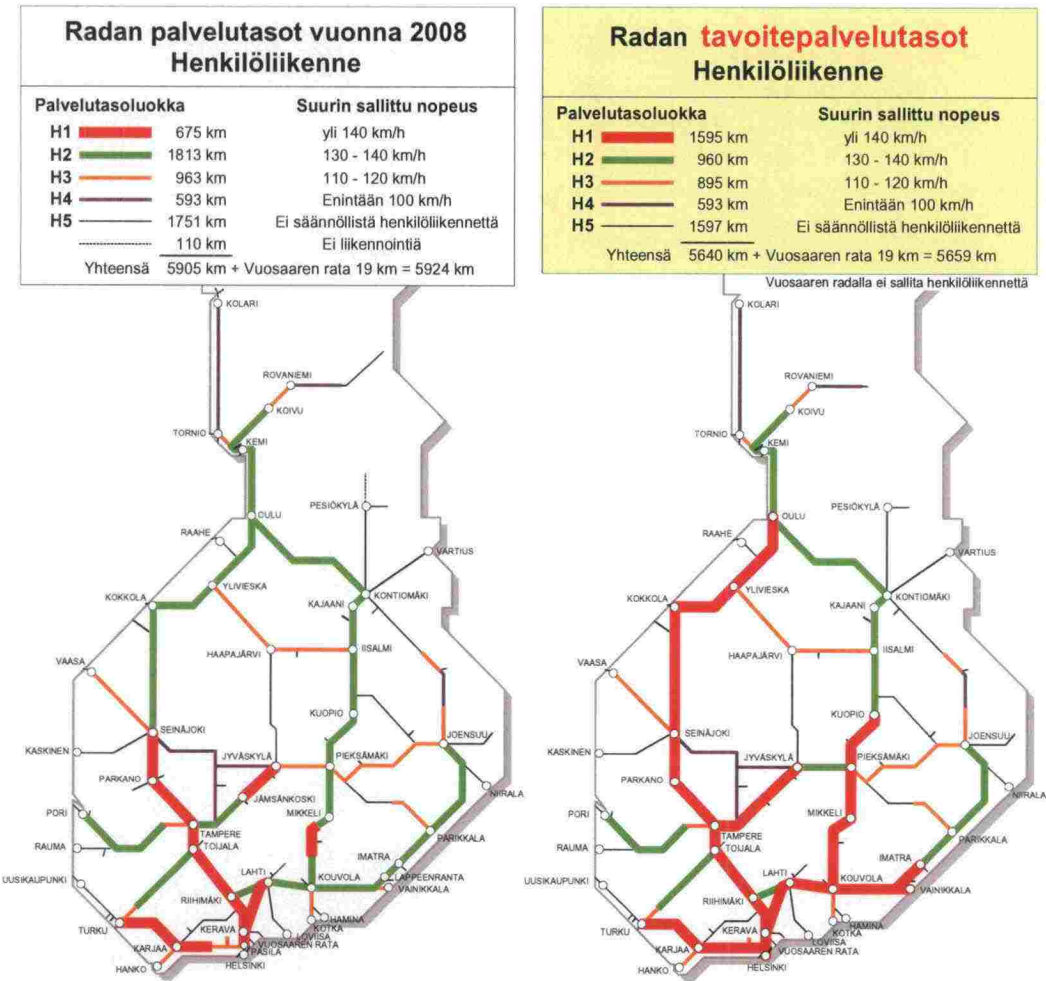
Rataosien ominaisuuksien kuvaamisessa ja rataverkon ryhmittelyssä käytetään mm. seuraavia luokitteluja:

- palvelutasoluokka
- kunnossapitotaso
- päällysrakenneluokka
- nopeudet ja akselipainot rataosittain
- sähköistetyt ja sähköistämättömät radat
- rataverkon kuntoindeksi ja geometrisen kunnon palvelutaso.

Visualisoinnin lähtökohtia selvitettäessä jäsentelyssä on käytetty apuna erityisesti palvelutasoluokkia, kunnossapitotasoja, sallittuja nopeuksia ja akselipainoja rataosittain sekä joiltakin osin kunto- ja korjaustarveluokituksia.

Radan palvelutaso

Radan palvelutasot on luotu ensisijaisesti poliittisten päätösten ja valtionhallinnon tulostavoitteiden vaikutusten esittämiseen. Palvelutasojen nykytilan, eri rahoitustasoihin liittyvien tulevaisuuden kehityssuuntien ja tavoitetilan esittäminen karttapohjalla onkin jo sinällään yksinkertainen rataverkon tason kehityksen visualisointi. Palvelutasoluokat ovat yhdistelmä radan teknisiä ominaisuuksia ja liikennöitävyyttä. Radat jaetaan henkilöliikenteessä viiteen eri palvelutasoluokkaan suurimman sallitun nopeuden perusteella. Tavaraliikenteessä palvelutasoluokkia on neljä ja pääkriteerinä on suurin sallittu akselipaino.



Kuva 3.1 Radan palvelutasot henkilöliikenteessä vuonna 2008 ja tavoitetilassa vuonna 2030. (Ratahallintokeskus 2007c)

Rataosan sisällä kunnossapitotaso voi poiketa paikallisesti radan perustasoa alemmaksi nopeusrajoituksesta johtuen esimerkiksi pienisäteisten kaarteiden, työmaan väliaikaisjärjestelyjen, väistöraiteen, maapohjan ominaisuuksien tms. syiden takia. Vaihteen suorat raiteet tarkastetaan raiteen kunnossapitotason mukaan. Vaihteen poikkeavan raiteen kunnossapitotaso määräytyy sen geometrian salliman nopeuden perusteella. Kunnossapitotasot 1AA–3 koskevat pääraiteita. Kunnossapitotasot 4–6 koskevat sekä pää- että sivuraiteita. (Ratahallintokeskus 2004b)

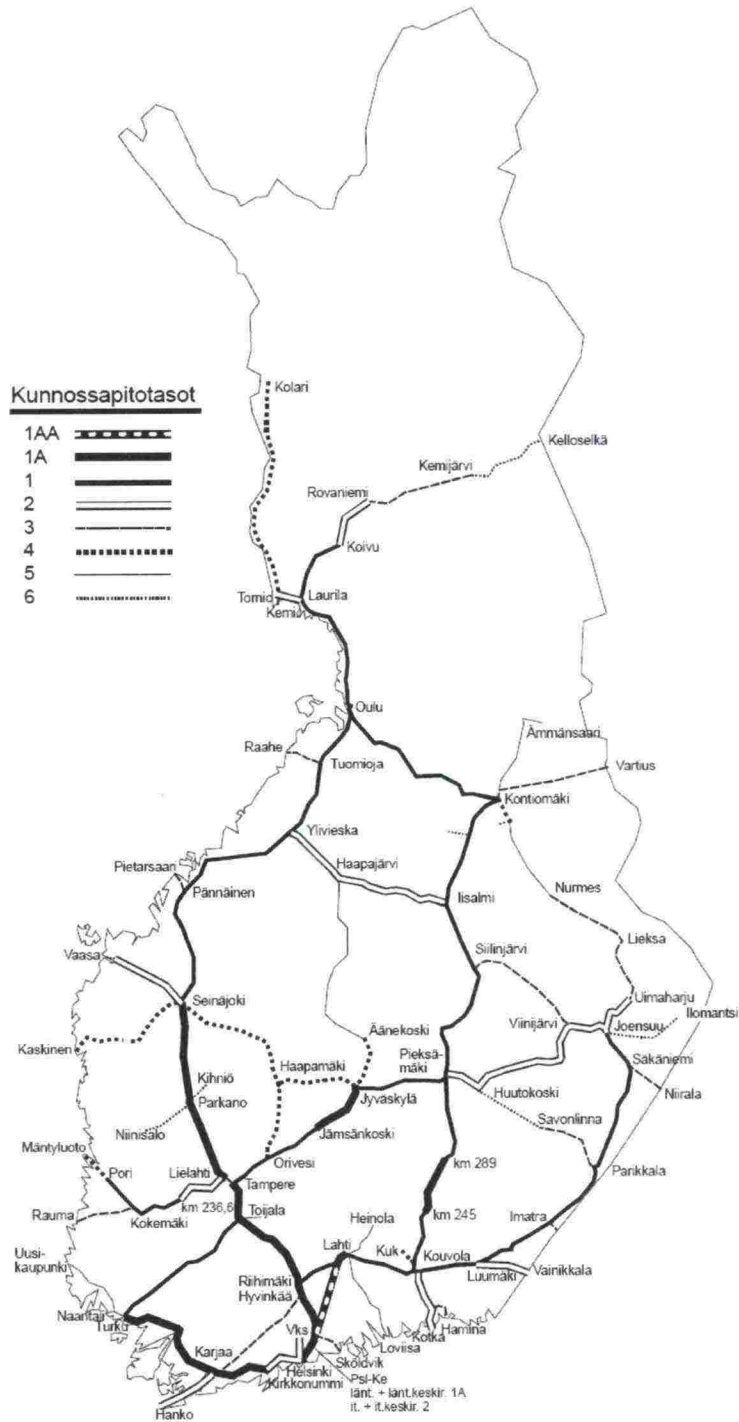
Taulukko 3.1 Pää- ja sivuraiteiden kunnossapitotasot. (Ratahallintokeskus 2004b)

Kunnossapitotaso	Suurin nopeus V_{\max} [km/h], sitä vastaava akselipaino P [kN] ¹⁾²⁾ , raiteet	Kiskopaino vähintään	Ratapölkkyt vähintään	Tukikerros vähintään
1AA	$V_{\max} \leq 220, P \leq 185$	60E1	Betoni ³⁾	Raidesepeli
1A	$V_{\max} \leq 200, P \leq 185$	54E1	Betoni 1987 tai uudempi ³⁾	Raidesepeli
	$V_{\max} \leq 180, P \leq 185$	54E1	Betoni 1986 tai vanhempi ³⁾	Raidesepeli
	$V_{\max} \leq 160, P \leq 185$	54E1	Betoni /puu	Raidesepeli
	Sn 160 raiteenvaihtopaikat	60E1	Betoni ³⁾	Raidesepeli
1	$V \leq 140, P \leq 185$	54E1	Betoni/puu	Raidesepeli
	Sn 140 raiteenvaihtopaikat			
2	$V \leq 120$	54E1	Betoni/puu	Raidesepeli
	Sn 110 raiteenvaihtopaikat			
3	$V \leq 110$	K43	Puu/betoni	Raidesepeli
4	$70 < V \leq 100$ pääraiteet	K43	Puu/betoni	Raidesora tai vastaava
	$70 < V \leq 100$ sivuraiteet			
	Sn 80 raiteenvaihtopaikat			
5	$50 < V \leq 70$ pääraiteet	K30	Puu	Raidesora tai vastaava
	$50 < V \leq 70$ sivuraiteet			
	Sn 35 raiteenvaihtopaikat			
6	$V \leq 50$ pääraiteet	K30	Puu	Raidesora tai vastaava
	$V \leq 50$ sivuraiteet			
	Kuormaus- ja seisontaraiteet			

1) Ei koske vetureita junassa.

2) Huomioitava RAMO 11 ”Radan päällysrakenne” mukaiset nopeus-/akselipainorajoitukset eri raideraikenteille.

3) Näissä saa olla enintään lyhyitä osuuksia mänty- tai kovapuuratapölkkyjä (RAMO 11 ”Radan päällysrakenne”) esimerkiksi silloilla tai vaihteissa.



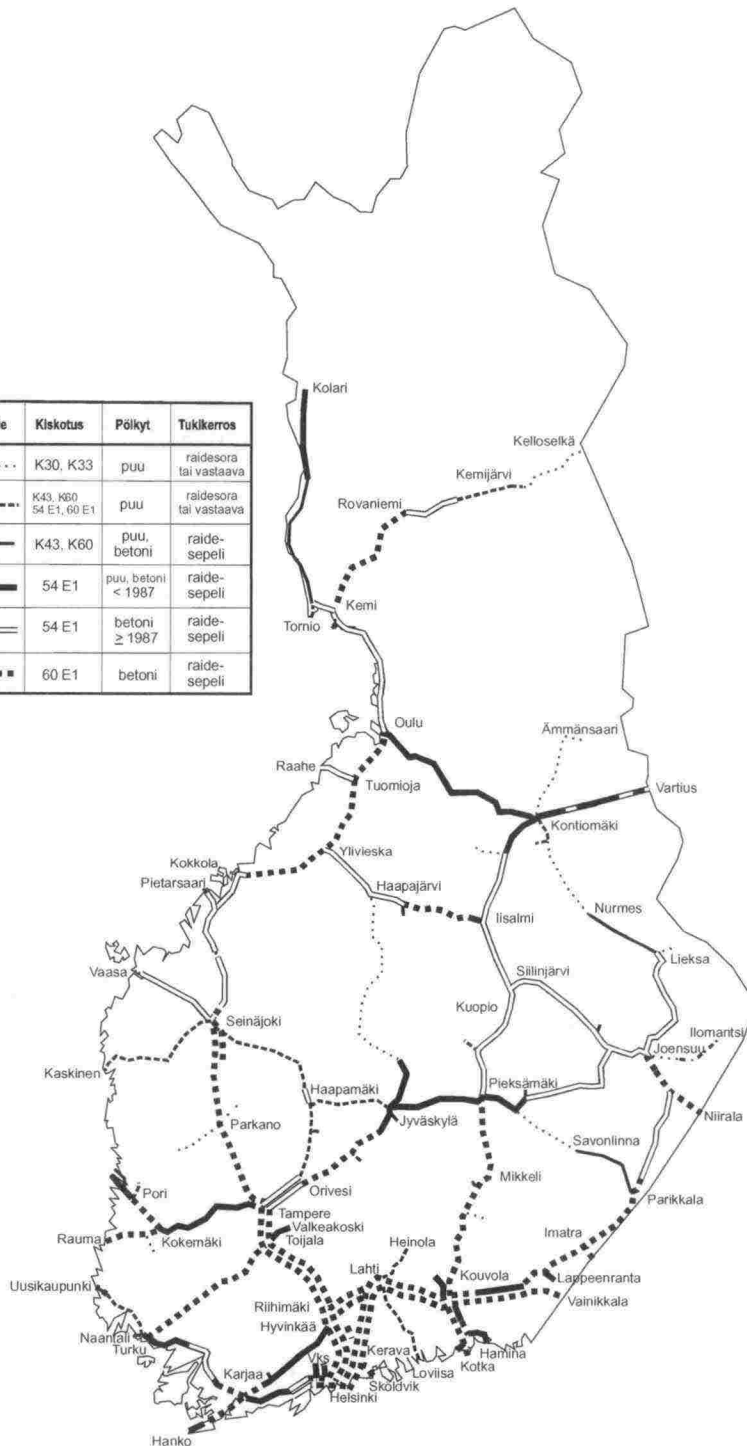
Kuva 3.3

Ratojen kunnossapidon perusteina käytettävät pääratojen kunnossapitotasot. (Ratahallintokeskus 2008)

Päällysrakenneluokka

Päällysrakenneluokka määräytyy radan kiskotuksen, pölkkyjen ja tukikerroksen perusteella. Luokkia on kuusi, joista paras on D ja huonoin A. Päällysrakenneluokan entinen nimi on rataluokka. Nimenmuutos kuvaa paitsi tarvetta käyttää entistä täsmällisempiä termejä, myös tapahtunutta ajattelutavan muutosta radanpidossa: aiemmin keskeisintä on ollut ratatekninen lähestyminen, nykyään otetaan huomioon myös radan liikenteellinen merkitys.

Päällysrakenneluokka	Raide	Kiskotus	Pölkkyt	Tukikerros
A	K30, K33	puu	raidesora tai vastaava
B ₁	-----	K43, K60 54 E1, 60 E1	puu	raidesora tai vastaava
B ₂	=====	K43, K60	puu, betoni	raide-sepeli
C ₁	=====	54 E1	puu, betoni < 1987	raide-sepeli
C ₂	=====	54 E1	betoni ≥ 1987	raide-sepeli
D	=====	60 E1	betoni	raide-sepeli



Kuva 3.4 Ratojen luokitus päällysrakenneluokkiin. (Ratahallintokeskus 2008)

Nopeudet ja akselipainot rataosittain

Suurimpaan nopeuteen vaikuttavat mm.

- radan rakenne (eri päällysrakenneluokat)
- radan kunto
- radan laskut
- vaihteet
- liikkuva kalusto
- junan jarrutuskyky ja jarrulaji
- sillat. (Rautatievirasto 2008)

Nopeus riippuu myös turvalaite- ja valvontajärjestelmistä ja tasoristeyksistä. Eri nopeus-alueilla vaaditaan eri turvalaite- ja valvontajärjestelmiä, mm. yli 120 km/h nopeus edellyttää suojastusta ja yli 140 km/h nopeus junien kulunvalvontajärjestelmää (JKV). Yleisten teiden ja katujen tasoristeykset rajoittavat junien nopeuden enintään 140 km:iin/h. Jos yksityisteillä, jalkakäytävillä, pyöriteillä tai laituripoluilla on tasoristeyksiä, junan nopeus saa olla enintään 160 km/h. (Ratahallintokeskus 1995)

Junan suurin sallittu nopeus määritellään ottamalla huomioon radan rakenne, kunto, tasoristeykset ja radan geometria. Radan geometrian kannalta normaalisti rajoittavina tekijöinä ovat siirtymäkaaret ja kaarteet. (Ratahallintokeskus 2002a)

Suurimmat sallitut nopeudet rataosittain on esitetty *Rataverkon kuvauksessa* (Ratahallintokeskus 2008) erikseen matkustajajunille (veturijunat ja moottorijunat) ja tavarajunille eri akselipainoilla.

Taulukko 3.2 Esimerkki sallittujen nopeuksien ja akselipainojen kuvauksesta. (Ratahallintokeskus 2008)

Rataosuus	Päällysrakenne-luokka	Matkustajajunat		Tavarajunat			
		veturijunat	moottorijunat	≤ 160 kN	160 ≤ 200 kN	200 ≤ 225 kN	225 ≤ 250 kN
Helsinki–Turku satama							
Helsinki asema–Leppävaara	D	120	120	120	120	100	—
Leppävaara–Kirkkonummi	C ₂	120	120	120	120	100	—
Kirkkonummi–Karjaa	C ₁	160	180	120	120	100	—
Karjaa–Pohjankuru	D	160	200	120	120	100	—
Pohjankuru–km 103,6	C ₁	160	180	120	120	100	—
km 103,6–km 158,0	C ₂	160	200	120	120	100	—
km 158,0–Turku asema	C ₁	160	180	120	120	100	—
Turku asema–Turku satama	C ₁	40	40	40	40	40	—
Huopalahti–Vantaankoski							
	C ₁	120	120	120	120	100	—
Hyvinkää–Karjaa							
Hyvinkää–km 133,1	C ₁	80	80	80	80	80	—
km 133,1–Kirkniemi	D	80	80	80	80	80	—
Kirkniemi–km 152,2	D	80	80	80	80	80	80
km 152,2–Karjaa	C ₁	80	80	80	80	80	60

Rataverkon kuntoindeksi ja geometrisen kunnan palvelutaso

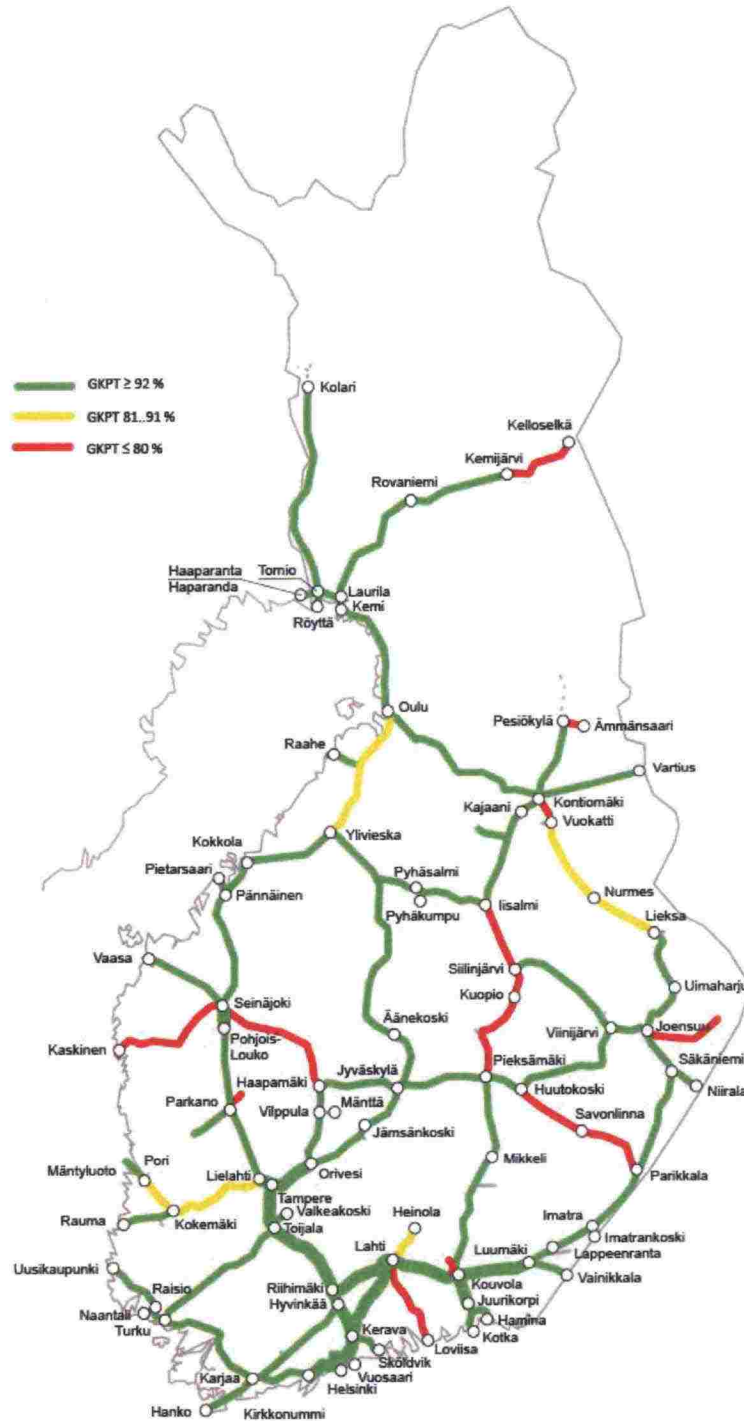
Radan kunnan tunteminen on tärkeää sekä liikennöinnin turvallisuuden että kunnossapidon taloudellisuuden ja oikea-aikaisuuden varmistamiseksi (Ratahallintokeskus 2002b). Tätä varten on olemassa ratojen tarkastusjärjestelmä. Radan tarkastuksen tulee antaa riittävän ajoissa tieto alkamassa olevista virheistä tai puutteista, jotka edelleen kehittyessään johtaisivat turvallisuuden vaarantumiseen tai radan käytettävyyden rajoittamiseen. Tulee myös voida varmistaa, että radan liikenteellinen palvelutaso vastaa sille asetettuja tavoitteita. Tarkastustoiminnan tavoitteena on varmistaa, että radan rakenneosat ovat käyttökelpoisia niille määritellyn käyttöiän, mikä takaa puolestaan riittävän radan eliniän. (Ratahallintokeskus 2004b)

Rataverkon kuntoindeksi on yksi radanpidon tulostavoitteiden seurannassa käytettävistä tunnusluvuista. Se lasketaan neljän vuoden geometrisen kunnan palvelutason (GKPT) keskiarvona. Indeksillä arvo 100 tarkoittaa hyvää kuntoa. (Ratahallintokeskus 2007c)

Rataosan päällysrakenteen geometristä kuntoa kuvataan geometrisen kunnan palvelutaso -luvulla. Tarkasteltavan rataosan kilometrien arvosteluista lasketaan raiteen geometristä kuntoa kuvaava kuntoindeksi, **geometrisen kunnan palvelutaso** (GKPT). Se on prosenttiluku ja sen maksimi-arvo on 100 %. GKPT:n määrittelyssä otetaan huomioon radan virheiden määrään perustuva tyydyttävien ja epätyydyttävien kilometrien osuus sekä sellaisten virheiden määrä, johon kunnossapidolla ei voida helposti vaikuttaa. Mitattavien suureiden virheluokkien raja-arvot on määritetty kunnossapitotasoittain. Vaihteiden geometristä kuntoa kuvataan rataosan vaihteiden geometrisen kunnan palvelutaso (VKPT) -luvulla. (Ratahallintokeskus 2004b)

Kuntoindeksistä ja GKPT:stä laaditaan myös ennusteita mm. Ratahallintokeskuksen toiminta- ja taloussuunnitelmassa esitettävälle rahoitusvaihtoehdoille.

Radan tarkastusjärjestelmän tuottamia tietoja on voitu tässä työssä hyödyntää vain rajoitetusti. Niitä tulisi kuitenkin jatkossa pystyä hyödyntämään nykyistä systemaattisemmin elinkaariselvitysten lähtötietoina ja siten osana rataverkon kunnan ja sen liikenteellisten vaikutusten hallintaprosessia.



Kuva 3.5 Esimerkki geometrisen kunnan palvelutason kuvaamisesta: GKPT keväällä 2008. (VR-Rata 2008)

3.2 Elinkaariselvitykset

Elinkaariselvityksessä kuvataan rataosan ominaispiirteet ja perustiedot nykyisestä liikenteestä ja rataosan kunto rakenneosittain tai komponenteittain. Selvityksissä on yleensä esitetty elinkaarikäyrät kiskojen, pölkkyjen, sähköradan ja turvalaitteiden arvioidusta kehityksestä. Lähtötietoina on käytetty mm. radanpidon rekisterien tietoja, kuntotilaraportteja ja kunnossapitäjien haastatteluja.

Rataosittaisten elinkaariselvitysten laatiminen on Ratahallintokeskuksessa aloitettu vuonna 2007, ja ne eivät vielä kata läheskään koko rataverkkoa. Valmistuneet elinkaariselvitykset on tehty rakenteeltaan samanmuotoisina, mutta niiden laajuus ja tietosisältö vaihtelevat. Esimerkiksi elinkaarien ja kuntotason kuvaajia ei vielä ole kaikissa selvityksissä, ja niiden lähtötiedot perustuvat erilaisiin lähteisiin ja ovat osin ristiriidassa keskenään. Elinkaariselvityksiä on tarkoitus päivittää säännöllisin väliajoin. Myös tietosisällön yhdenmuotoisuuteen ja kattavuuteen tullaan kiinnittämään enemmän huomiota.



Kuva 3.6 Rataosat, joilta tässä tutkimuksessa on ollut käytettävissä elinkaariselvitys. Numero rataosan yhteydessä on rataomaisuusnumero.

3.3 Radan komponentit ja niiden elinkaari

Kunkin rataosan tilaa on kuvattu jakamalla rataosat komponentteihin. Näitä komponentteja ovat kiskot, pölkyt, tukikerros, vaihteet, alusrakenne, turvalaitteet, ajolanka, kannattimet, rummut, sillat ja tunnelit. Rataosan kuntoa on tarkasteltu näiden komponenttien avulla siltä osin kuin ne ovat kullakin rataosalla käytössä.

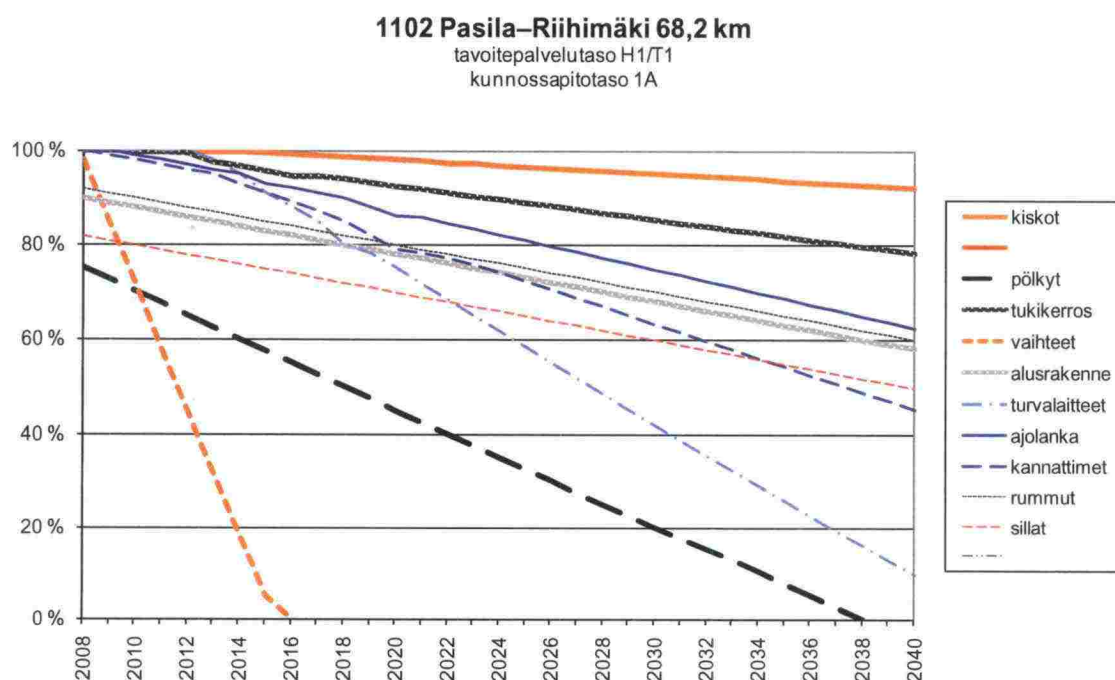
Komponenttien elinkaaren ja sen vaiheen määrittämisessä on käytetty apuna eri lähteistä koottuja tietoja keskimääräisistä pitoajoista, kestoista, laskennallisista vaihtorajoista, käyttöikätaivoitteista ja kuntotilasta (Taulukko 3.3). Elinkaaren pituuteen vaikuttavat esimerkiksi komponentin ikä ja siihen kohdistuva liikennekuormitus (bruttotonnit).

Taulukko 3.3 Radan komponenttien elinkaarien määrittämisessä käytetyt tiedot.

Ryhmä	Komponentti	Elinkaaren ja sen vaiheen määrittäminen	Keskeiset lähteet
Tekniset järjestelmät	Ajolanka	1) ikä (40 vuotta)	Uimonen 2008, elinkaariselvitykset
		2) elinkaariselvitys	
	Kannattimet	1) ikä (40 vuotta)	Uimonen 2008, elinkaariselvitykset
		2) elinkaariselvitys	
	Turvalaitteet	1) ikä (15 vuotta)	Uimonen 2008, elinkaariselvitykset
		2) elinkaariselvitys	
Ratarakenteet	Vaihteet	1) bruttotonnit (150 Mbrt)	Uimonen 2008, elinkaariselvitykset; hallintaraportit
		2) vaihteiden geometrisen kunnan palvelutaso (VKPT)	
		3) elinkaariselvitys	
	Kiskot	1) bruttotonnit *	Ratahallintokeskus 2002 (RAMO 11.5.8),
		2) elinkaariselvitys	
	Pölkyt	1) ikä (betoni 40 vuotta, puu 35 vuotta)	Tuominen 2004, Kärkkäinen 2008, elinkaariselvitykset
		2) elinkaariselvitys	
	Tukikerros	1) ikä (max. 50 vuotta)	Uimonen 2008, elinkaariselvitykset
		2) bruttotonnit (sepeli 250 Mbrt)	
		3) elinkaariselvitys	
Alus- ja pohja- rakenteet	Tunnelit	1) ikä (uudet 100 vuotta, alle 20-vuotiaat 50 vuotta)	hallintaraportit, elinkaariselvitykset
		2) arvio hallintaraporteista	
		3) elinkaariselvitys	
	Sillat	1) ikä (100 vuotta)	hallintaraportit, elinkaariselvitykset
		2) korjaustarveindeksi	
		3) elinkaariselvitys	
	Rummut	1) ikä (100 vuotta)	hallintaraportit, elinkaariselvitykset
		2) korjaustarveindeksi	
		3) elinkaariselvitys	
	Alusrakenne	1) ikä (100 vuotta)	Uimonen 2008, elinkaariselvitykset
2) elinkaariselvitys			
* Eri kiskoprofiilien laskennalliset vaihtorajat: K30: 30 Mbrt; K43: 150 Mbrt; K60: 200 Mbrt; 54E1: 300 Mbrt; 60E1: 450 Mbrt			

Elinkaaren ja kuntotilan ja niiden kehityksen kuvaamiseksi ei ole ollut käytettävissä yhtenäisiä ohjeita tai määrittelyjä. Tässä työssä kuntoarvio onkin jouduttu osin muodostamaan keskimääräisten arvojen ja oletusten perusteella. Koska keskeisenä tavoitteena on ollut ilmiön hahmottaminen, yksityiskohtien epätarkkuus on ollut pakko hyväksyä. Kun elinkaariselvitykset tulevaisuudessa kehittyvät, niissä tulee pystyä järjestelmällisesti hyödyntämään radan kunnosta ja liikennöitävyydestä kerättäviä tietoja. Samoin kaikista komponenteista tulee olla käytettävissä riittävän vertailukelpoista kuntotietoa.

Rataosalle voidaan radan komponenttien avulla piirtää sen tulevaisuuden kehitystä kuvaava elinkaari (ks. kuva 3.7). Kuvaajasta nähdään havainnollisesti, koska komponentit tulevat elinkaarensa päähän. Esitetyt komponenttien elinkaaret perustuvat oletukseen, että kyseisellä rataosalla ei tehdä korvausinvestointeja, ainoastaan peruskunnossapitoon kuuluvia toimia. Tässä esitetyt kuntotasot ja elinkaaret ovat tutkijoiden näkemys ilmiön kuvaamiseksi; ne eivät ole Ratahallintokeskuksen tarkistamia tai hyväksymiä.



Kuva 3.7 Esimerkki rataosan komponenttien elinkaaren kehityksestä: rataosa 1102 Pasila–Riihimäki. Pystyakseli kuvaa komponentin kuntotasoa tai elinkaaren vaihetta.

3.4 Liikennerajoitusten asettaminen

Radan komponenttien kuntotason laskiessa kasvaa riski, että komponentin huono kunto aiheuttaa liikennehäiriöitä. Ratahallintokeskuksessa ei ole käytössä tiettyjä ennalta määriteltäviä raja-arvoja, jotka automaattisesti johtaisivat rajoitusten asettamiseen. Nopeusrajoitukset asetetaan *Nopeusmuutosten menettelyohjeen* (Ratahallintokeskus 2007b) mukaisesti.

Tässä työssä komponenttien kuntotaso tai elinkaari on jaettu kolmeen osaan, jotka kuvaavat yksinkertaistetusti kunnosta johtuvaa riskiä sille, että liikenteelle joudutaan asettamaan rajoituksia:

- komponentin kunto ei aiheuta rajoituksia ("vihreä taso")
- komponentin kunto aiheuttaa joitakin rajoituksia ("keltainen taso")
- komponentin huono kunto aiheuttaa rajoituksia koko rataosalla ("punainen taso").

Komponentin kunnan siirtymistä tasolta toiselle on kuvattu rajoitusrajoilla, joiden kohdalla rataosalle oletetaan olevan tarpeellista asettaa nopeus- tai akselipaino-rajoituksia. Taulukossa 3.4 esitetyt rajoitusrajat kuvaavat komponentin elinkaaresta käytettävissä olevaa osaa rajoituksen asettamishetkenä. Rajoitusrajat ja niihin liittyvät rajoitukset riippuvat komponentista. Rajoituksen laajuus riippuu komponentista ja rajoitusrajasta.

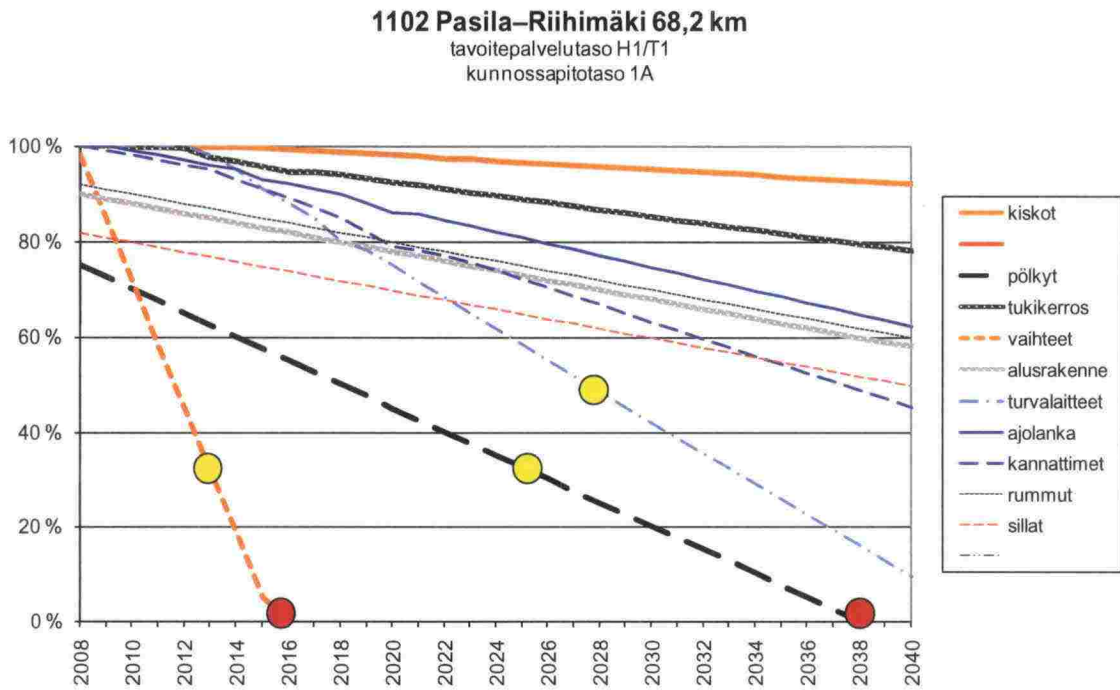
Rajoitusrajan paikka perustuu ensisijaisesti elinkaariselvityksistä tai haastatteluista saatuihin tietoihin. Jos käytettävissä olleista lähteistä ei ole suoraan saatua tietoa, rajat on arvioitu suuntaa-antavasti ottaen huomioon komponentin heikkenemisestä aiheutuvat seuraukset liikennöinnille.

Taulukko 3.4 Rajoitusrajat eri komponenteille.

Ryhmä	Komponentti	Rajoitusraja 1	Rajoitusraja 0
		(vihreä->keltainen)	(keltainen->punainen)
Tekniset järjestelmät	Ajolanka	25 %	0 %
	Kannattimet	25 %	0 %
	Turvalaitteet	50 %	0 %
Ratarakenteet	Vaihteet	33 %	0 %
	Kiskot	33 %	0 %
	Pölkyt	33 %	0 %
	Tukikerros	0 %	–
Alus- ja pohja-rakenteet	Tunnelit	25 %	0 %
	Sillat	25 %	0 %
	Rummut	25 %	0 %
	Alusrakenne	0 %	–

3.5 Elinkaaritarkastelut rataosittain

Rajoitusrajat voidaan lisätä rataosan elinkaarikuvaajiin, jolloin havainnollisesti nähdään, mitkä komponentit aiheuttavat rajoituksia ja milloin rajoituksia joudutaan asettamaan. Kuvassa 3.8 on esitetty esimerkki komponenttien elinkaaren kehityksestä rajoitus-rajoineen rataosalla Pasila–Riihimäki.



Kuva 3.8 Esimerkki rataosan komponenttien elinkaaren kehityksestä rajoitusrajoineen: rataosa 1102 Pasila–Riihimäki. Keltainen ympyrä kuvaa rajoitusrajaa 1 ja punainen rajoitusrajaa 0.

Rataosalla Pasila–Riihimäki kaikki komponentit ovat nykytilassa vihreällä tasolla. Ensimmäisenä rajoituksia aiheuttavat todennäköisesti vaihteet, joiden rajoitusraja 1 tulee vastaan vuonna 2013 ja rajoitusraja 0 vuonna 2016. Vaihteet ovat siis keltaisella tasolla vuosina 2013–2016 ja punaisella tasolla vuodesta 2016 alkaen. Rajoituksia aiheuttavat vuoteen 2040 mennessä myös ratapölkyt (rajoitusraja 1 vuonna 2025 ja rajoitusraja 0 vuonna 2038) sekä turvalaitteet (rajoitusraja 1 vuonna 2028).

Tutkimuksen yhteydessä tarkasteltujen rataosien kunto- ja rajoitustasokuvaajat on esitetty raportin liitteenä.

3.6 Kuntotilaa kuvaava liikenteellinen taso

Kuntotilaa kuvaavan liikenteellisen tason määrittämiseksi rataosat on ryhmitelty kunnossapitotason perusteella. Samalla kunnossapitotasolla olevien rataosien nopeus- ja akselipainorajoitukset eivät poikke huomattavasti toisistaan. Poikkeamat aiheutuvat yleensä esimerkiksi radan jonkin komponentin huonosta kunnosta tai turvalaitteiden tasosta.

Taulukko 3.5 Rataosien keskeiset ominaisuudet kunnossapitotason mukaan ryhmiteltynä. (Ratahallintokeskus 2008, 2007c, 2007a)

Kunnossapitotaso	Pituus (raide-km)	Päällysrakenne- luokka	Sähköistys	Palvelutasoluokka		Sallittu nopeus (km/h)					
						Matkustajajunat		Tavarajunat			
				Henkilö- liikenne	Tavara- liikenne	veturi- junat	moottori- junat	160 kN	200 kN	225 kN	250 kN
1AA	62,5	D	S	H1	T1	200	220	120	120	100	100
1A	643,4	D (C2,C1)	S	H1	T1/T2	200 (160)	00 (180/160)	120	120	100	100/80/0
1	1960,8	D/C2/C1	S	H2/H3	T2/T1	140 (120)	140 (120)	120	120	100	100/0
2	815,6	D/C2/C1	S/0	H3	T2/T1	120	120	120	120	100	100/0
3	751,9	D/C2/C1/B2/B1	S/0	H3/H4/H5	T2/T3 (T1)	80/100	80/100	80/100	80/100	80/100	80/60/0
4	664,6	C2/C1/B2/B1	0/S	H4/H5	T2/T3 (T1)	80/100	80/100	80/100	60..100	50..100	0 (50)
5	558,2	C1/B2/B1/A	0	H5	T3/T4	50..70	50..70	50..60	30..60	30..60 (0)	0
6	322,6	B2/B1/A	0	H5	T4 (T3)	50	50	50	30..50	0..50	0
tieto puuttuu	168,2	.	.	H5	T3/T4
	5947,7										

Rajoitusten suuruuden arvioinnissa on käytetty apuna voimassa olevia radan kunnosta johtuvia nopeusrajoituksia ja niiden suuruutta. Rajoituksia ei kuitenkaan ole niin paljon, että niiden perusteella olisi mahdollista kattavasti päätellä komponentin, sen kunnan ja kunnossapitotason välistä yhteyttä. Ja kuten edellä on kuvattu, nopeusrajoitusten asettaminen ei perustu automaattisesti tiettyihin ennalta määriteltäviin raja-arvoihin, vaan niistä tehdään päätökset tapauskohtaisesti.

Tässä yhteydessä suurimmat sallitut nopeudet ja akselipainot eri rajoitustasoilla on määritelty seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Lähtötasona ovat rataosan nykyiset nopeus- ja akselipainotasot. Rataosan perustasoa alempia lyhyitä rajoituksia ei yleensä ole otettu huomioon.
- Komponentteittain on määritelty suurin sallittu nopeus ja akselipaino, joka voidaan sallia keltaisella ja punaisella rajoitustasolla (rajoitusrajat 1 ja 0). Kaikista komponenteista ei aiheudu akselipainorajoituksia.
- Kuntotason alenemista kuvataan laskemalla nopeusrajoitusta nykytasosta yhdellä tasolla rajoitusrajan kohdalla. Joillakin komponenteilla nopeustaso laskee molemmilla rajoitusrajoilla, osalla vain rajoitusrajalla 1. Nopeustasot ovat 200, 160, 140, 120, 100, 80, 60, 50 ja 30 km/h.
- Rajoituksen laajuus on komponentista riippuen joko pistemäinen tai tietyn pituinen. Keltaisella rajoitustasolla (rajoitusraja 1) rajoitus koskee osaa rataosan pituudesta tai pistemäisesti yksittäisiä kohtia. Punaisella rajoitustasolla (rajoitusraja 0) rajoitukset koskevat koko rataosaa tai pistemäisesti kaikkia kohtia, joissa on kyseinen komponentti.

Taulukko 3.6 Alustava hahmotelma radan komponenttien kunnosta johtuviksi suurim-
miksi sallituiksi nopeuksiksi ja akselipainoiksi eri rajoitustasoilla
(rajoitusrajoilla).

komponentti	rajoituksen laajuus *		kunnossa- pitotaso	1A		1		2		3		4		5		6	
	raja 1	raja 0		raja 1	raja 0	raja 1	raja 0	raja 1	raja 0	raja 1	raja 0	raja 1	raja 0	raja 1	raja 0	raja 1	raja 0
				km/h													
Ratarakenteet																	
tukikerros	—	—	henkilö	140		120		100		80...60		80...60					
			tavara 20 t	100		100		100		80.60		80.50		50.30		30	
			tavara 22,5 t	80		80		80		80.60		80.30		50.30		30,0	
			tavara 25 t	50		50		50		30		30		30,0		0	
pölkylt	—	—	henkilö	100		100		100		80...60		80...60					
			tavara 20 t	100		100		100		80.60		80.50		50.30		30	
			tavara 22,5 t	80		80		80		80.60		80.30		50.30		30,0	
			tavara 25 t	0		0		0		0		0		0		0	
kiskot	—	—	henkilö	140		120		100		80...60		80...60					
			tavara 20 t	100		100		100		80.60		80.50		50.30		30	
			tavara 22,5 t	80		80		80		80.60		80.30		50.30		30,0	
			tavara 25 t	30		30		30		30		30		30		30,0	
vaihteet	•	***	henkilö	140	140	120	100	100	80	80...60	60...50	80...60	60...50				
			tavara 20 t	100	80	100	80	100	80	80.60	60...50	80.50	60,30	50.30	30	30	30
			tavara 22,5 t	80	60	80	60	80	60	80.60	60...50	80.30	60,30	50.30	30	30,0	30
			tavara 25 t	30	0	30	0	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0
Alus- ja pohjarakenteet																	
alusrakenne	•• (ongelma- kohdat)	—	henkilö	80		80		80		80...60		80...60					
			tavara 20 t	80		80		80		80.60		80.30		50.30		30	
			tavara 22,5 t	80		80		80		80.60		80.30		50.30		30,0	
			tavara 25 t	30		30		30		30		30		30,0		0	
rummut	•	***	henkilö	80		80		80		80...60		80...60					
			tavara 20 t	80		80		80		80.60		80.50		50.30		30	
			tavara 22,5 t	80		80		80		80.60		80.30		50.30		30,0	
			tavara 25 t	50		50		50		30		30		30		30,0	
sillat	•	***	henkilö	100	100	100	100	100	80	80...60	60...50	80...60	60...50				
			tavara 20 t	100	80	100	80	100	80	80.60	60...50	80.50	60,30	50.30	30	30	30
			tavara 22,5 t	80	60	80	60	80	60	80.60	60...50	80.30	60,30	50.30	30	30,0	30,0
			tavara 25 t	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30,0	0
tunnelit	•	***	henkilö	160	120	140	120	120	120	100...80	100...80	100...80	100...80				
			tavara 20 t	120	120	120	120	120	120	100.80	100.80	100.60	100.60	60.30	60.30	50.30	50,30
			tavara 22,5 t	100	100	100	100	100	100	100.80	100.80	100.50	100.50	60.30	60.30	50.0	50,0
			tavara 25 t	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50	30	30,0	30,0	30,0
Tekniset järjestelmät																	
turvalaitteet	—	—	henkilö	80		80		80		80		80					
			tavara 20 t	80		80		80		80		80.60		60.30		50.30	
			tavara 22,5 t	80		80		80		80		80.50		60.30		50,0	
			tavara 25 t	80		80		80		80		50		30		30,0	
ajolanka	—	—	henkilö	120		120		120		100...80		100...80					
			tavara 20 t	120		120		120		100.80		100.60		60.30		50.30	
			tavara 22,5 t	100		100		100		100.80		100.50		60.30		50,0	
			tavara 25 t	100		100		100		80		50		30		0	
kannattimet	—	—	henkilö	120		120		120		100...80		100...80					
			tavara 20 t	120		120		120		100.80		100.60		60.30		50.30	
			tavara 22,5 t	100		100		100		100.80		100.50		60.30		50,0	
			tavara 25 t	100		100		100		80		50		30		30,0	
* rajoituksen laajuus: • pistemäinen, yksittäiset kohteet; •• pistemäinen, osa kohteista; *** pistemäinen, kaikki kohteet; — osalla rataosan pituudesta; — koko rataosalla																	
** nopeustasot (km/h): 200, 160, 140, 120, 100, 80, 60, 50 ja 30																	

Kun rataosan komponenttien kunnosta tai käyttöiästä johtuvat suurimmat sallitut
nopeudet ja akselipainot yhdistetään elinkaari- ja rajoitusrajatietoihin, voidaan esittää
koko rataosan kuntotilaa kuvaava liikenteellinen taso: rataosaan kohdistuvat nopeus- ja
akselipainorajoitukset ajan funktiona. Käytetyillä lähtötiedoilla voidaan esittää koko
rataosaa koskevat rajoitukset, osaa rataosasta koskevat rajoitukset komponenteittain ja
pistemäiset rajoitukset komponenteittain. Koko rataosan nopeusrajoitusten sijainnin
esittäminen edellyttäisi lisäksi niiden osuuksien määrittämistä, joihin komponentin
vaikutukset kohdistuvat.

	lähtötaso	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040								
RADAN KOMPONENTTIEN KUNNOSTA TAI KÄYTTÖIÄSTÄ AIHEUTUVAT RAJOITUKSET																																										
Ratarakenteet																																										
tukikerros																																										
pölkyt																				-	100																	-				
																				100/80/0																	100/80/0					
kiskot																																										
vaihteet							*	140		***																																
							100/80/30		80/60/0																																	
Alus- ja pohjarakenteet																																										
alusrakenne																																										
rummut																																										
sillat																																										
tunnelit																																										
Tekniset järjestelmät																																										
turvallitteet																				-	80																					
																				80/80/80																						
ajolanka (sähkörata)																																										
kannattimet (sähkörata)																																										
KUNTOTILAA KUVAAVA LIIKENTEELLINEN TASO																																										
koko rataosa	kunnossapitotaso 1A 200/200 120/100/100																																					-	100		100/80/0	
osa rataosaa	pölkyt																-	100																								
																	100/80/0																									
	turvallitteet																			-	80																					
																				80/80/80																						
pistemäiset	vaihteet						*	140		***																																
							100/80/30		80/60/0																																	
	lähtötaso	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040								

Kuva 3.9 Esimerkki rataosan rajoitustasojen kehittymisestä komponenteittain ja koko rataosan liikenteellisen tason kehittymisestä: rataosa 1102 Pasila–Riihimäki. Merkinnot tarkoittavat rajoituksen laajuutta, henkilöliikenteen suurinta sallittua nopeutta ja tavaraliikenteen suurinta sallittua nopeutta 20/22,5/25 tonnin akselipainolla.

Edellisen kuvan esimerkin rataosan Pasila–Riihimäki lähtötaso henkilöliikenteessä on 200 km/h ja tavaraliikenteessä 120 km/h 20 tonnin akselipainolla ja 100 km/h 22,5 ja 25 tonnin akselipainolla. Vaihteiden kunnon heikkenemisestä johtuen nopeusrajoitus putoaa joidenkin heikoimmassa kunnossa olevien vaihteiden kohdalla vuonna 2013 henkilöliikenteessä 140 km:iin/h ja tavaraliikenteessä akselipainosta riippuen 100 km:iin/h (20 t), 80 km:iin/h (22,5 t) tai 30 km:iin/h (25 t). Vuonna 2016 kaikkien vaihteiden kohdalla nopeusrajoitus on henkilöliikenteessä 140 km/h ja tavaraliikenteessä 80 km/h (20 t) ja 60 km/h (22,5 t); 25 tonnin akselipainolla liikennöinti ei ole enää sallittua.

Vuonna 2025 pölkkyjen huono kunto rajoittaa nopeuden osalla rataosaa henkilöliikenteessä 100 km:iin/h ja tavaraliikenteessä 100 km:iin/h (20 t) tai 80 km:iin/h (22,5 t). Pölkkyjen kunto estäisi tässä vaiheessa 25 tonnin akselipainon hyödyntämisen,

mutta vaihteiden kunnosta johtuen se ei ole ollut mahdollista vuoden 2016 jälkeen. Vuonna 2028 turvalaitteiden kunto rajoittaa osalla rataosaa suurimman sallitun nopeuden 80 km:iin/h. Vuonna 2038 pölkkyjen kunnosta johtuva rajoitus kattaa koko rataosan, jolloin suurin sallittu nopeus on henkilöliikenteessä 100 km/h ja tavaraliikenteessä 100 km/h (20 t) tai 80 km/h (22,5 t). Turvalaitteiden tai vaihteiden kunnosta johtuen osalla rataosaa on alhaisempi nopeustaso.

4 RATAVERKON KUNNON KUVAAMINEN

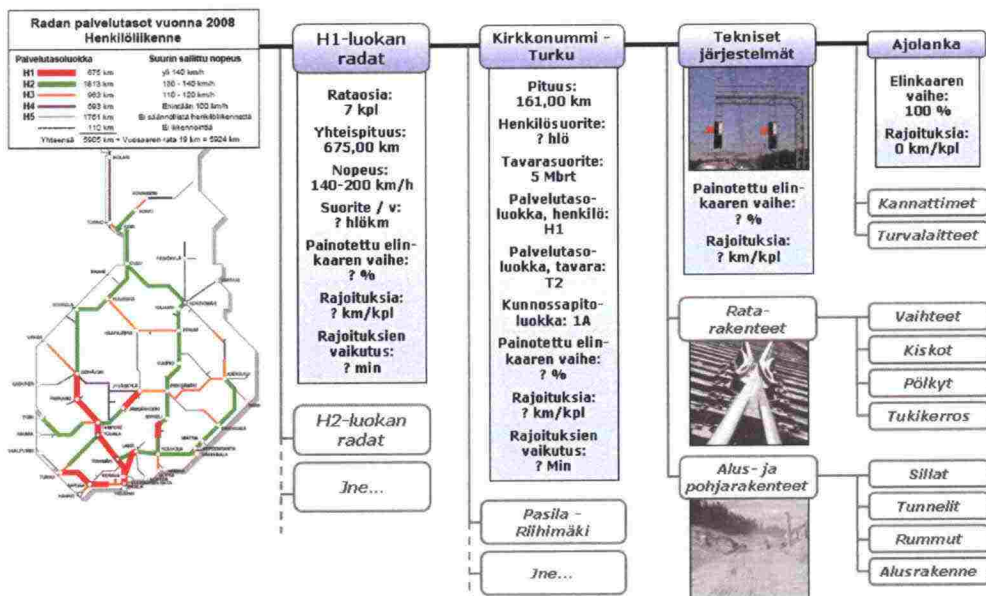
Tässä luvussa on tarkasteltu, kuinka koko rataverkon kuntotilaa on mahdollista visualisoida edellisessä luvussa määriteltyjen komponentti- ja rataosakohtaisten elinkaarien avulla. Lisäksi pohditaan, kuinka visualisointiin olisi mahdollista kytkeä kuntotasosta aiheutuvat liikenteelliset vaikutukset sekä rahoitustason vaikutus tähän kokonaisuuteen. Tämä visualisointiprosessi kytketään soveltuvin osin luvussa 2 esiteltyyn radanpidon tiedonhallintaprosessiin. Lukua syvennetään luvussa 5, jossa määritellään alustavasti ohjelmisto dynaamista visualisointia varten.

4.1 Lähtökohtana rataverkon hierarkkisuus

Avain rataverkon kunnan visualisointiin on verkon hierarkkisuus. Kuten todettua, rataverkko koostuu rataosista, jotka puolestaan muodostuvat erilaisista komponenteista. Näin ollen rataverkon kuntotaso on suoraan johdettavissa komponenttien kuntotasosta. Lisäksi sekä komponentteja että rataosia on mahdollista ryhmitellä tarpeen mukaan ominaisuuksiensa perusteella. Esimerkiksi rataosat voidaan jakaa palvelutasoluokkiin.

Hierarkkisuus tuo mukanaan kaksi tärkeää mahdollisuutta. Ensinnäkin, se tarjoaa kuntotason liittyvälle tiedolle luonnollisen struktuurin. Näin se ohjaa keräämään ja tuottamaan juuri tarkoitukseen sopivaa tietoa ja antaa lisäksi mahdollisuuden tiedon iteratiiviseen tarkentamiseen – kun lähtötietoja tarkennetaan, tarkentuu myös hierarkian ylempien tasojen tarkkuus. Toiseksi, sen avulla kullekin tiedon tarvitsijalle voidaan koostaa juuri se tieto, jota tämä tarvitsee. Joku saattaa tarvita tiettyä komponenttia koskevaa tietoa, toinen taas on kiinnostunut H1-luokan ratojen kuntotasosta.

Kuva 4.1 havainnollistaa rataverkon hierarkkisuutta. On tärkeä huomata, että hierarkia on monin osin dynaaminen: esimerkiksi rataosat voidaan ryhmitellä useiden eri ominaisuuksiensa perusteella tarpeen mukaan.



Kuva 4.1 Esimerkki rataverkon hierarkkisesta rakenteesta.

4.1.1 Rataosa rataverkon perusyksikkönä

Koko rataverkon näkökulmasta ”perusyksikkönä” voidaan pitää rataosaa – tätä pienempää yksikköä ei koko verkkoa esittäessä kannata tarkastella. Täten koko rataverkon kuntotilaa staattisesti visualisoitaessa on keskeisenä tietotarpeena nimenomaan rataosakohtaiset parametrit. Tällöin kutakin rataosaa on käsiteltävä homogeenisenä yksikkönä, jolloin myös sen kaikki parametrit ovat yksiselitteisesti määriteltävissä. Toisin sanoen esimerkiksi tietyn rataosan kunkin komponentin ja siten koko rataosan elinkaaren vaihe on oltava sama koko rataosalla. Todellisuudessa tämä ei tällä hetkellä aina toteudu, sillä esimerkiksi ajolanka saattaa olla uusittu vain osalla rataosaa. Havainnollisuuden vuoksi on kuitenkin tärkeää, että kunkin rataosan parametrit voidaan määritellä yksiselitteisesti. Tämä saattaa edellyttää yksinkertaistusten ja kompromissien tekemistä tietoa prosessoitaessa. Esimerkiksi em. ajolangan tapauksessa sen yhteiseksi iäksi voidaan määrittää joko huonokuntoisimman tai pisimmän osuuden ikä.

Tulevaisuudessa voisi olla pyrkimyksenä, että rataosien homogeenisuus toteutuisi myös käytännössä – eli esimerkiksi rataosan ajolanka uusittaisiin kerralla kokonaan. Tiedonhallinnan lisäksi tämä helpottaisi rataosien hallinnointia ylipäätään. Yksi näkökulma on myös se, että kunkin rataosan pitäisi lähtökohtaisesti olla homogeenisessa kunnossa. Kukin rataosa palvelee kahden solmun välistä liikennettä, joten on perusteltua, että solmujen välinen rata on homogeenisessa kunnossa – onhan myös liikenne melko homogeenista kahden solmun välissä.

Komponenttiensa lisäksi kullekin rataosalle voidaan määrittää ainakin seuraavat parametrit:

- **Pituus:** rataosuuden pituus kilometreinä.
- **Henkilösuorite:** rataosuuden suorite henkilökilometreinä vuodessa.
- **Tavarasuorite:** rataosuuden suorite bruttotonnikilometreinä vuodessa.
- **Palvelutasoluokka, henkilö:** rataosan henkilöliikenteen palvelutasoluokka, määrittelee rataosan maksiminopeuden.
- **Palvelutasoluokka, tavara:** rataosan tavaraliikenteen palvelutasoluokka, määrittelee rataosan maksimiakselipainon.
- **Kunnossapitotaso:** määräytyy radan liikenteellisten tarpeiden, päällysrakenteen ja maksiminopeuden mukaan. Liittyy näin ollen esimerkiksi maksiminopeuteen ja -akselipainoon.

4.1.2 Rataosan koostuminen komponenteista

Rataosaa voidaan tarkastella toisaalta sisäisten ominaisuuksiensa kautta, toisaalta osana rataverkkoa. Tarkastellaan ensin ensimmäistä vaihtoehtoa. Kukin rataosa koostuu enintään 11 komponentista, joita ovat

- *alusrakenne*
- *rummut*
- *tunnelit*
- *sillat*
- *tukikerros*
- *pölkkyt*
- *kiskot*
- *vaihteet*
- *turvallaitteet*
- *kannattimet*
- *ajolanka.*

Kaikilla rataosilla ei ole kaikkia komponentteja, sillä esimerkiksi sähköistämättömillä osilla ei luonnollisesti ole ajolankoja eikä kannattimia. Kullakin komponentilla on ainakin kaksi tärkeää parametria:

- *elinkaaren vaihe*
- *rajoitukset.*

Ensimmäinen ilmoittaa esimerkiksi prosenteina, kuinka paljon komponentin eliniästä on jäljellä. Jälkimmäinen puolestaan kertoo, millaisia rajoituksia komponentin kunnon vuoksi on mahdollisesti jouduttu asettamaan. Nämä rajoitukset voivat olla:

- *pistemäisesti annettuja*
- *tietylle alueelle annettuja*
- *koko rataosalle annettuja.*

Esimerkkikuvassa 4.1 on tarkasteltu tarkemmin Kirkkonummi–Turku-rataosan ajolankakomponenttia. Kyseinen komponentti juuri uusittu ja siten se on elinkaarensa alussa. Näin ollen sen eliniästä on jäljellä 100 %. Tästä johtuen komponentti ei myöskään aiheuta rataosalle tällä hetkellä lainkaan rajoituksia. Luvussa 3.3 ja 3.4 määriteltiin ajolangan eliniän lähtöarvoksi 40 vuotta ja ensimmäiseksi rajoitusrajaksi 25 % maksimikunnosta. Kirkkonummi–Turku-rataosan elinkaariselvityksen perusteella rataosan ajolangan eliniän arviota on korjattu lähtöarvoa pidemmäksi.

Mikäli komponentti olisi siinä elinkaarensa vaiheessa, että sen vuoksi on jouduttu asettamaan rajoituksia, ne ilmoitettaisiin esimerkiksi seuraavan periaatteen mukaan:

- *x kpl pistemäistä rajoitusta & y km alueellisia rajoituksia.*

4.1.3 Komponenttien muodostamat komponenttiryhmät

Edellä mainitut komponentit voidaan ryhmitellä kolmeen ryhmään (vrt. kuva 4.1):

- *tekniisiin järjestelmiin*, joihin kuuluvat turvalaitteet, kannattimet ja ajolanka
- *ratarakenteisiin*, joihin kuuluvat tukikerros, pölkyt, kiskot ja vaihteet
- *alus- ja pohjarakenteisiin*, joihin kuuluvat alusrakenne, rummut, tunnelit ja sillat.

Ryhmittelyn tarkoituksena on helpottaa rataosan kunnon havainnollistamista – kolmen ryhmän hahmotus on nopeampaa kuin 11 komponentin.

Esimerkissä on tarkasteltu Kirkkonummi–Turku-rataosan tekniset järjestelmät -komponenttiryhmiä. Sen sisältämien komponenttien avulla sille voidaan määritellä ainakin kaksi tärkeää tunnuslukua, jotka ovat:

- *painotettu elinkaaren vaihe*
- *yhteenlasketut rajoitukset.*

Näistä ensimmäinen määritellään ryhmän komponenttien elinkaarien vaiheiden perusteella. Eri komponentit vaikuttavat kriittisemmin radan kuntoon kuin toiset. Näin ollen painotettua elinkaarta laskiessa komponenteille tukisi määritellä painokertoimet, joihin vaikuttavat ainakin seuraavat seikat:

- *komponentin elinikä*
- *komponentin rajoitusrajat*
- *komponenttien vuoksi annettavien rajoitusten luonne*
- *komponentin uusimisen kustannukset.*

Tässä tutkimuksessa painokertoimia ei määritellä. Luvussa 5 on kuitenkin tarkasteltu niiden muodostumisen periaatetta tarkemmin.

Jälkimmäisen tunnusluku ilmoitetaan seuraavasti:

- *a kpl pistemäistä rajoitusta & b km alueellisia rajoituksia*

jossa pistemäisten rajoitusten lukumäärä saadaan laskemalla yhteen kyseisen komponenttiryhmän komponenttien aiheuttamat pistemäiset rajoitukset, ja alueellisten rajoitusten kilometrimäärä laskemalla yhteen em. komponenttien aiheuttamat alueelliset rajoitukset ja vähentämällä summasta ”päällekkäiset rajoitukset”.

4.1.4 Rataosa komponenttiensa koosteena

Luvussa 4.1.1 esiteltiin joitakin rataosakohtaisia perusparametreja. Niiden lisäksi rataosille on mahdollista johtaa myös erilaisia tunnuslukuja komponenttiensa parametreista. Näitä ovat muun muassa:

- *Painotettu elinkaaren vaihe:* rataosan painotettu elinkaaren vaihe lasketaan kuten komponenttiryhmiä vastaavat arvot edellisessä alaluvussa.

- **Yhteenlasketut rajoitukset:** yhteenlasketut rajoitukset määritellään vastaavalla tavalla kuin komponenttiryhmiä kohdalla edellisessä alaluvussa.
- **Rajoituksien vaikutus:** rajoituksien vaikutus määritellään yhteenlaskettujen rajoituksien avulla. Vaikutukset ilmaistaan henkilöliikenteen osalta menetettyinä minuutteina optimitilanteeseen verrattuna. Tämä puolestaan voidaan kertoa rataosan henkilömäärällä, jolloin saadaan määriteltyä asiakkaisiin kohdistuva kokonaisvaikutus. Tavaraliikenteessä vaikutusten ilmaiseminen liittyy asiakkaan kuljetusketjun aikatauluvaatimuksiin, eivätkä ne ole välttämättä suoraviivaisesti yhteydessä menetettyihin minuutteihin. On huomattava, että tällä menetelmällä pystytään ilmoittamaan vain kyseisen rataosan liikenteelle aiheutuneet vaikutukset. Näin ollen esimerkiksi viivästyksien kerrannaisvaikutuksia koko rataverkolle ei voida ilmoittaa. Niiden määrittämiseen tulisi käyttää jonkinlaista simulointiohjelmistoa.

4.1.5 Rataosien ryhmittely

Kuten äsken todettiin, rataosille voidaan antaa erilaisia parametreja, joiden avulla rataverkko voidaan luokitella erilaisiksi kokonaisuuksiksi. Tällaisia ovat esimerkiksi palvelutasoluokat ja kunnossapitotasot. Esimerkkikuvassa 4.1 rataosat on luokiteltu henkilöliikenteen palvelutasoluokkien mukaan viiteen eri ryhmään. Tarvittaessa luokittelu voidaan tehdä myös esimerkiksi rataosan maantieteellisen sijainnin mukaan. Luokittelun avulla on mahdollista tuottaa erilaisia visualisointeja tarpeen mukaan: tarvittaessa voidaan esimerkiksi vertailla eri palvelutasoluokkien rataosien keskimääräisten elinkaarien vaiheita toisiinsa. On tärkeä huomata, että tällä menetelmällä rataverkko ei muodosta staattista hierarkiaa, vaan visuaalisia raportteja voidaan luoda dynaamisesti eri muuttujien suhteen.

Tarkasteltaessa valitulla tavalla muodostettua rataosaryhmää, voidaan siihen kuuluvien rataosien parametrien avulla määrittää ryhmälle dynaamisesti erilaisia tunnuslukuja, joita ovat esimerkiksi:

- **Rataosien lkm:** ryhmän rataosien määrä.
- **Yhteispituus:** ryhmän rataosien yhteispituus.
- **Henkilösuorite/v:** ryhmän rataosuuksien yhteenlaskettu suorite henkilökilometreinä vuodessa.
- **Tavarasuorite/v:** ryhmän rataosuuksien yhteenlaskettu suorite tonnikilometreinä vuodessa.
- **Painotettu elinkaaren vaihe:** ryhmän painotettu elinkaaren vaihe lasketaan rataosien painotettujen elinkaarien painotettuna keskiarvona. Tässä yhteydessä rataosien painokertoimet määräytyvät niiden pituuden ja/tai suoritteiden mukaisesti.
- **Yhteenlasketut rajoitukset:** ryhmän yhteenlasketut rajoitukset määritellään yksinkertaisesti laskemalla ryhmän rataosien rajoitukset yhteen. Tarvittaessa eri rataosien rajoituksia voidaan painottaa esimerkiksi liikennemäärän avulla.
- **Rajoituksien vaikutus:** ryhmän rajoituksien vaikutus määritellään laskemalla yhteen ryhmän rataosien vaikutukset.

Lisäksi ryhmittelyperusteesta riippuen ryhmälle on määriteltävissä muitakin tunnuslukuja, kuten

- **Maksiminopeus:** ryhmän rataosien nopeusrajoitus. Käytettävissä lähinnä henkilöliikenteen palvelutasoluokan perusteella tehtävässä ryhmittelyssä.
- **Maksimitonnit:** ryhmän rataosien painorajoitus. Käytettävissä lähinnä tavara-liikenteen palvelutasoluokan perusteella tehtävässä ryhmittelyssä.

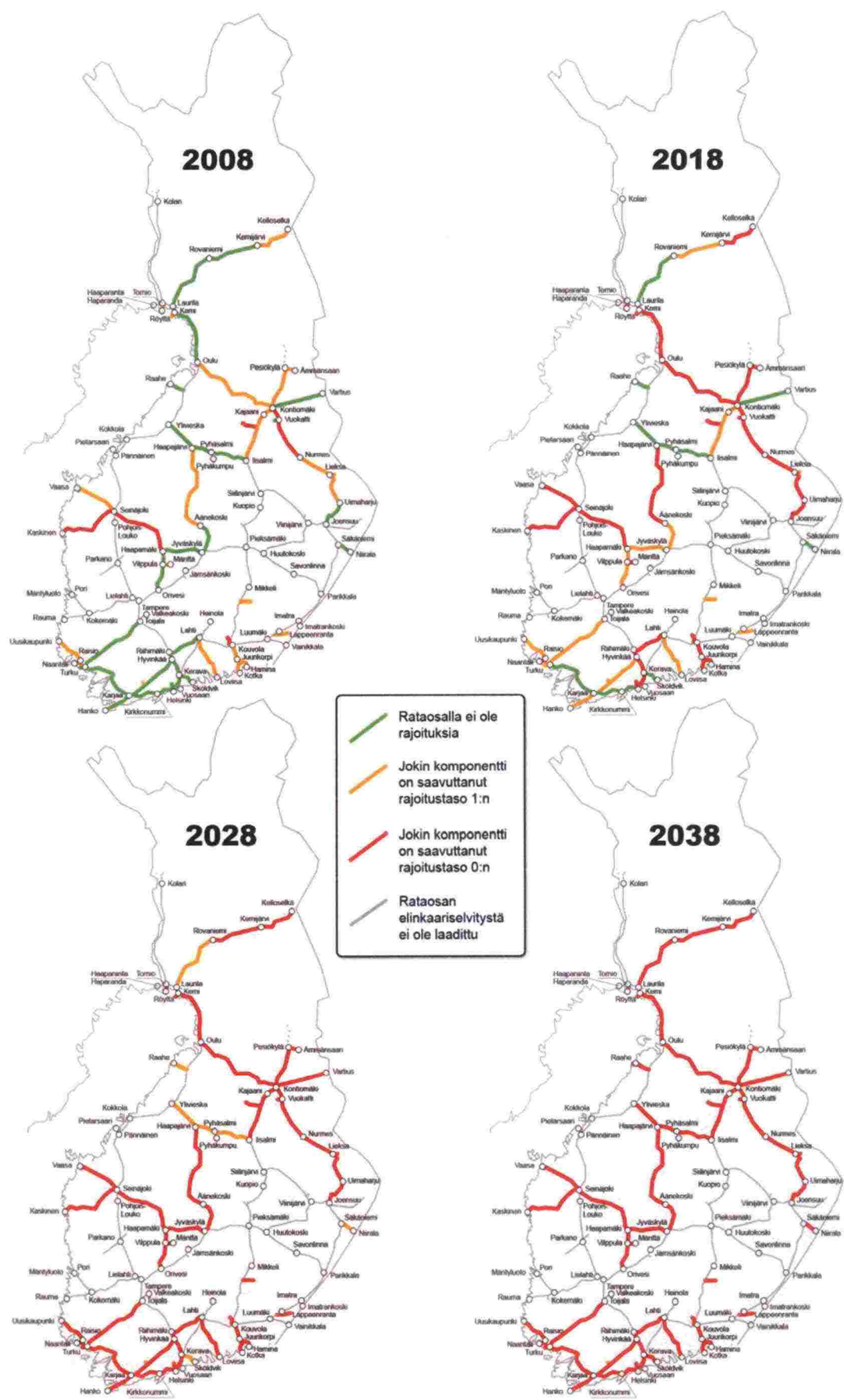
4.1.6 Parametrit ja tunnusluvut ajan funktiona

On erittäin tärkeää huomata, että suuri osa rataverkon parametreista ja siten tunnusluvuista on ajan suhteen muuttuvia. Esimerkiksi kunkin komponentin elinkaaren vaihe muuttuu jatkuvasti ajan edetessä. Samalla luonnollisesti myös siitä johdetut muut tunnusluvut muuttuvat ajan funktiona. Tämä muodostaa visualisoinnille suuren haasteen. Esimerkiksi staattinen kuva rataverkosta on aina sidottu tiettyyn ajanhetkeen eikä siten kerro mitenkään, kuinka tilanne tulee muuttumaan. Tähän haasteeseen voidaan vastata esimerkiksi laatimalla erilaisia aikasarjoja ja trendikäyriä. Ilman dynaamista työkalua tämä on kuitenkin kohtuullisen työlästä.

Parametrien ja tunnuslukujen aikariippuvaisuutta on tarkasteltu tarkemmin luvussa 5.

4.2 Hierarkkisen tiedon hyödyntäminen visualisoinnissa

Kun tieto on kerätty, prosessoitu ja saatettu hierarkkiseen struktuuriin, voidaan siitä koostaa erilaisia visualisointeja jaettavaksi tiedon tarvitsijoille. Kuvassa 4.2 on esimerkki tällaisesta visualisoinnista. Siitä näkyy, kuinka elinkaariselvityksien pohjalta voidaan esittää rataverkon kuntotason kehittyminen ajan funktiona.



Kuva 4.2 Rataverkon kuntatasojen kehittyminen ajan funktiona.

Esimerkissä on esitetty rataverkon kunto rataosittain nykytilanteessa sekä vuosina 2018, 2028 ja 2038. Vihreällä värillä on merkitty rataosat, joiden komponenteista yksikään ei ole saavuttanut rajoitustaso 1:sta. Oranssilla värillä on merkitty rataosat, joiden komponenteista vähintään yksi on saavuttanut rajoitustaso 1:n. Punaisella puolestaan on merkitty ne rataosat, joiden komponenteista vähintään yksi on saavuttanut rajoitustaso 0:n. Rajoitustasojen määritelmät löytyvät luvusta 3.4. Luonnollisesti radan värikoodin perusteena voidaan käyttää mitä tahansa muitakin määritelmiä. Esimerkissä rataosa saa oranssin värin suhteellisen aikaisin – läheskään kaikissa komponenteissa rajoitustaso 1 ei vielä aiheuta merkittäviä liikenteellisiä vaikutuksia.

Esimerkkikuvasta saa hyvän käsityksen siitä, kuinka hierarkkinen rakenne tukee koko rataverkon kunnon visualisointia. Kuvassa näkyvät rataosat värjäytyvät eri värisiksi komponenttiensa arvioidun kunnon perusteella. Samalla lähtötiedolla voitaisiin myös tuottaa kuvia esimerkiksi tietyn komponentin kuntotasosta verrattuna johonkin toiseen komponenttiin.

4.3 Tuotetun ja jaetun tiedon evaluointi

Kuten luvussa 2 tuotiin esille, on tiedonhallintaprosessi iteratiivinen. Toisin sanoen on järjestelmällisesti seurattava, kuinka visualisoinnit vastaavat niille asetettuihin tarpeisiin niin organisaation kuin tiedon tarvitsijankin näkökulmasta. Tarvittaessa näitä tarpeita on tarkennettava ja sen perusteella kehitettävä tiedon hankintaa, analysointia ja jakamista. Toimivanakin tiedonhallintaprosessi vaatii jatkuvaa panostusta. Esimerkiksi komponenttien elinkaaritietoa on päivitettävä säännöllisesti.

5 INTERAKTIIVISEN TYÖKALUN ALUSTAVA MÄÄRITTELY

5.1 Yleistä

Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että olisi mahdollista ja myös perusteltua toteuttaa dynaaminen ja interaktiivinen ohjelmisto, jolla olisi mahdollista visualisoida seuraavia asioita esimerkiksi ajan funktiona:

- Rataosien ja niiden muodostaman verkon kunto.
- Rataosien ja niiden muodostaman verkon kunnon liikenteelliset vaikutukset.
- Rahoituksen vaikutus rataosien ja niiden muodostaman verkon kuntoon ja siten liikenteellisiin vaikutuksiin.

Edellisissä luvuissa on käsitelty melko kattavasti tällaiseen ohjelmistoon liittyviä lähtökohtia. Näitä on muun muassa rataverkon hierarkkisuus (luku 4) ja erilaisten komponenttien rajoitusrajat (luku 3.4.). Näitä tietoja voidaan käyttää lähtökohtana ohjelmiston suunnittelulle. Tässä luvussa on tarkasteltu mahdollista ohjelmistoa hiukan tarkemmin. On huomattava, että kyseessä ei ole ohjelmiston lopullinen toiminnallinen määrittely, vaan lähinnä pohdintaa siitä, kuinka ohjelmisto voisi toimia.

Vaikka luku tarkasteleekin asiaa mahdollisen ohjelmiston kannalta, on monet esitetyistä seikoista käyttökelpoisia myös muussa yhteydessä. Esimerkiksi ohjelmiston vaatimus siitä, että elinkaariselvityksien tiedot tuotetaan yhtenäiseen struktuuriin, parantaa kyseisten tietojen käyttömahdollisuuksia myös muissa yhteyksissä.

5.2 Yleinen toimintaperiaate

Ohjelmiston tarkoituksena on tuottaa lähtötiedoista dynaamisesti visualisointeja käyttäjän valintojen mukaisesti. Muokattavia lähtötietoja ovat muun muassa komponenttien ja rataosien erilaiset parametrit sekä komponenttikohtaiset yksikköhinnat. Lähtötietoja on tarkasteltu tarkemmin luvussa 5.4. Visualisoinnit puolestaan esittävät muun muassa rataverkon kunnon muuttumisen ajan funktiona. Tarkemmin toiminnallisuutta on tarkasteltu luvussa 5.5.

5.3 Tietosisältö

Ohjelmiston tietosisältö rakentuu pääsääntöisesti luvussa 4 esitetyn hierarkian mukaisesti. Näin ollen tietosisällön ”perusyksikkönä” on rataosa (esimerkkikuvassa 4.1 Kirkkonummi–Turku). Kukin noin sadasta rataosasta koostuu enintään 11 komponentista, joita ovat *alusrakenne*, *rummut*, *tunnelit*, *sillat*, *tukikerros*, *pölkyt*, *kiskot*, *vaihteet*, *turvalaitteet*, *kannattimet* ja *ajolanka*. Nämä komponentit puolestaan voidaan jakaa ominaisuuksiensa perusteella erilaisiin ryhmiin, kuten *tekniisiin järjestelmiin*, *ratarakenteisiin*, sekä *alus- ja pohjarakenteisiin*. Vastaavasti rataosilla on erilaisia parametreja, kuten kunnossapitoluokka, joiden perusteella ne on ryhmiteltävissä. Rataosien ja komponenttien parametrit on esitelty tarkemmin luvussa 4.

Varsinaiseen rataverkkoon liittyvän tietosisällön lisäksi ohjelmisto sisältää myös erilaista ”tukitietoa”, kuten komponenttien yksikköhinnat ja komponenttien kuntotasoon sidotut yleiset rajoitusrajat.

Tunnuslukuista erityisesti erilaisten painotettujen elinkaarien vaiheiden laskeminen on hyvin haasteellista eikä siihen vielä tässä tutkimuksessa pyritty. Perusperiaate tulee joka tapauksessa noudattelemaan seuraavaa esimerkkiä, jossa lasketaan rataosan painotettu elinkaaren vaihe:

$$\text{painotettu_elinkaaren_vaihe} = \frac{\sum_{i=1}^{\text{komp_lkm}} (\text{komp_elink_vaihe} * \text{komp_painok})}{\sum_{i=1}^{\text{komp_lkm}} (\text{komp_painok})},$$

jossa *komp_elink_vaihe* tarkoittaa kunkin komponentin elinkaaren vaihetta prosentteina ja *komp_painok* kullekin yhdelletoista komponentille erikseen määritettyä painokerrointa. Näihin painokertoimiin vaikuttavat ainakin seuraavat seikat:

- **Komponentin elinikä:** mitä lyhyempi komponentin elinikä on, sitä nopeammin se tulee aiheuttamaan rataosille rajoituksia. Tämä kasvattaa esimerkiksi turvalaitteiden (15 vuotta) painokerrointa suhteessa ajolankoihin ja kannattimiin (40 vuotta).
- **Komponentin rajoitusraja:** mitä aikaisemmassa vaiheessa elinkaarta rajoitusraja tulee vastaan, sitä aikaisemmin rataosalle joudutaan antamaan rajoituksia. Tämä kasvattaa esimerkiksi turvalaitteiden (50 %) painokerrointa suhteessa ajolankoihin ja kannattimiin (25 %).
- **Komponenttien vuoksi annettavien rajoitusten luonne:** mitä laajempia ja suurempia rajoituksia komponentin elinkaaren loppuvaiheessa joudutaan antamaan komponentin huonosta kunnosta johtuen, sitä enemmän ne vaikuttavat liikenteeseen. Tämä kasvattaa esimerkiksi kiskojen (laaja vaikutus) painokerrointa tunneleihin (pistemäinen vaikutus) verrattuna.
- **Komponentin uusimisen kustannukset:** mitä enemmän komponentin uusiminen maksaa, sitä merkittävämpi sen elinkaaren vaihe on. Tämä kasvattaa esimerkiksi alusrakenteen (400 euroa/rd-m) painokerrointa turvalaitteisiin (190 euroa/rd-m) verrattuna.

Myös erilaisille rataosaryhmille voidaan laskea painotettu elinkaaren vaihe ryhmän rataosien painotettujen elinkaarien avulla. Tällöin rataosia voidaan lisäksi painottaa esimerkiksi niiden liikennemäärien perusteella.

5.4 Parametrien ja tunnuslukujen tarkastelua

Luvussa 4.1.6 havaittiin, että hierarkkiseen rataverkkoon liittyvät parametrit ja tunnusluvut ovat useimmiten jollakin tavalla riippuvaisia ajasta. Taulukossa 5.1 on tarkasteltu tärkeimpiä parametreja ja tunnuslukuja tästä näkökulmasta.

Taulukko 5.1 Työkalun parametrien tarkastelua.

	Parametri / tunnusluku	Parametrin luonne	Selite
Komponentti-kohtaiset	Ikä	Jatkuva	Nykyhetken ja edellisen uusimishetken välinen erotus.
	Elinkaaren pituus	Vakio tai diskreetti	Komponentti-kohtainen vakio, joka voi muuttua asteittain elinkaariselvityksissä tehtävissä tarkennuksissa. *)
	Elinkaaren vaihe	Jatkuva ja diskreetti	Sidottu aikaan ja/tai liikenteen määrään aikayksikössä. Muuttuu asteittain elinkaariselvityksissä tehtävissä tarkennuksissa. *)
	Rajoitukset	Diskreetti	Asetetaan asteittain 1) elinkaaren vaiheen, 2) elinkaariselvityksissä tehtävien tarkennuksien sekä 3) todellisen tilanteen mukaisesti.
Komponentti-ryhmäkohtaiset	Painotettu elinkaaren vaihe	Jatkuva ja diskreetti	Sidottu komponenttien elinkaaren vaiheisiin
	Yhteenlasketut rajoitukset	Diskreetti	Sidottu komponenttien rajoituksiin
Rataosakohtaiset	Pituus	Vakio	-
	Henkilösuorite / vuosi	Vakio tai diskreetti	Perustuu nykytilanteeseen ja mahdolliseen trendiarvioon, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Tavarasuorite / vuosi	Vakio tai diskreetti	Perustuu nykytilanteeseen ja mahdolliseen trendiarvioon, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Palvelutasoluokka, henkilö	Vakio tai diskreetti	Perustuu nykytilanteeseen ja mahdolliseen kehitystavoitteeseen, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Palvelutasoluokka, tavara	Vakio tai diskreetti	Perustuu nykytilanteeseen ja mahdolliseen kehitystavoitteeseen, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Kunnossapitoluokka	Vakio tai diskreetti	Perustuu nykytilanteeseen ja mahdolliseen kehitystavoitteeseen, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Painotettu elinkaaren vaihe	Jatkuva ja diskreetti	Sidottu komponenttien elinkaaren vaiheisiin
	Yhteenlasketut rajoitukset	Diskreetti	Sidottu komponenttien rajoituksiin
	Rajoituksien vaikutus, henkilö	Diskreetti	Sidottu komponenttien yhteenlaskettuihin rajoituksiin
	Rajoituksien vaikutus, tavara	Diskreetti	Sidottu komponenttien yhteenlaskettuihin rajoituksiin
	Rataosien lukumäärä	Vakio tai diskreetti	Vakio esim. maantieteellisesti määritellyssä ryhmässä, mutta diskreetti esim. palvelutasoluokkien perusteella tehdyssä ryhmittelyssä - rataverkon kehittäminen nostaa tiettyjen rataosien palvelutasoluokkia.
	Yhteispituus	Vakio tai diskreetti	Ks. Yllä
	Henkilösuorite / vuosi	Vakio tai diskreetti	Perustuu ryhmän rataosien nykytilanteisiin ja mahdollisiin trendiarvioihin, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Tavarasuorite / vuosi	Vakio tai diskreetti	Perustuu ryhmän rataosien nykytilanteisiin ja mahdollisiin trendiarvioihin, jonka perusteella muuttuu vuosittain
	Painotettu elinkaaren vaihe	Jatkuva ja diskreetti	Perustuu ryhmän rataosien elinkaaren vaiheisiin
	Yhteenlasketut rajoitukset	Diskreetti	Sidottu ryhmän rataosien rajoituksiin
	Rajoituksien vaikutus, henkilö	Diskreetti	Sidottu ryhmän rataosien yhteenlaskettuihin rajoituksiin
	Rajoituksien vaikutus, tavara	Diskreetti	Sidottu ryhmän rataosien yhteenlaskettuihin rajoituksiin

Taulukosta havaitaan, että parametrit/tunnusluvut voivat olla ajan suhteen joko jatkuvia, diskreettejä tai vakioita. On tärkeä huomata, että nämä termit eivät tässä yhteydessä vastaa täsmällisesti niiden yleisiä määritelmiä, jotka viittaavat siihen, minkälaisia arvoja jokin muuttuja voi saada. Sen sijaan termit tulee tulkita seuraavasti:

- Vakio: arvo pysyy muuttumattomana.
- Diskreetti: arvo muuttuu asteittain ajan kuluessa.
- Jatkuva: arvo muuttuu jatkuvasti ajan funktiona (*eng. volatile*).

5.5 Toiminnallisuus

Tässä alaluvussa on hahmoteltu ohjelmiston keskeistä toiminnallisuutta. Kaikkia toiminnallisia ominaisuuksia ei ole yritettykään käsitellä, vaan lähinnä esitetty erilaisia ideoita siitä, miten ohjelmisto voisi toimia.

5.5.1 Lähtötiedon syöttäminen

Ohjelmiston ensimmäisessä vaiheessa lähtötiedot syötetään manuaalisesti, ts. rajapintaa esimerkiksi SAP-järjestelmään ei tarvita. Sellaiselle tulee kuitenkin jättää mahdollisuus. Lähtötiedot ovat näillä näkymin Excel-muodossa. Lähtötietoja on määritelty luvuissa 5.3 ja 5.4. On huomattava, että monet tiedoista ovat sellaisia, joiden tulisi sekä muuttua automaattisesti muiden parametrien kuten ajan funktiona, että olla muutettavissa myös manuaalisesti. Tämän ominaisuuden käytännön toteutusta ei tässä yhteydessä määritellä.

5.5.2 Tunnuslukujen laskeminen

Kuten todettua, hierarkkinen rataverkko sisältää useita ”perusparametreja”, kuten rata-osan pituus, mutta myös johdettuja parametreja/tunnuslukuja, kuten painotettu elinkaari. Näitä on lueteltu taulukossa 5.1. Ohjelmiston keskeisenä toiminnallisuutena on laskea näitä tunnuslukuja. Erityisesti seuraavat tunnusluvut aiheuttavat normaalia enemmän haasteita:

- *Painotetut elinkaaret* (ks. luku 5.3)
- *Yhteenlasketut rajoitukset* (ks. esim. luku 4.1.3)
- *Rajoituksien vaikutukset* (ks. esim. luku 4.1.4).

5.5.3 Tuotettavat visualisoinnit

Visualisointeja tulee voida tuottaa dynaamisesti käyttäjän valintojen mukaisesti. Tulokset tulee olla näytettävissä sekä sähköisesti että tulostetussa muodossa. Ainakin seuraavan kaltaisia visualisointeja vaaditaan:

- Dynaamisesti muodostettavat (painotetut) *elinkaarikuvaajat* vapaasti valittavine rajoituspisteineen (vrt. luku 3.3 ja 3.4) sekä komponenteittain, komponentti-ryhmittäin, rataosittain että rataosaryhmittäin. Eri kuvaajien vertailu. Eri rahoitus-tasojen vaikutuksien vertailu.
- Koko *rataverkon kuntotilan* kehittyminen ajan funktiona (ks. kuva 4.2). Kohde-vuosien tulee olla vapaasti valittavissa, kuten myös kuntotilaa osoittavien värien määräytymisperusteet.
- *Kuntotilan vaikutukset* radan liikennöintiin. Tämän visualisointi määritellään myöhemmin.
- *Rahoitustasoihin* liittyvät kuvaajat. Esimerkiksi käyrä siitä, kuinka paljon menee rahaa ajan funktiona, jos komponentti korjataan aina, kun sen vuoksi jouduttaisiin asettamaan rajoitus.
- Elinkaarikuvaajan näyttäminen rataverkolta tiettyä rataosaa osoittamalla.

5.6 Edellytykset ja rajoitukset

Tutkimuksessa ei ilmennyt mitään ylitsepääsemättömiä esteitä ohjelmiston toteuttamiselle. Toteuttaminen kuitenkin edellyttää seuraavia asioita:

- Rataverkko tulee määritellä yksikäsitteisesti, esim. rataosat tulee olla aina samat. Lisäksi kullakin rataosalla voi olla vain yksi henkilöliikenteen palvelutasoluokka, tavaraliikenteen palvelutasoluokka, kunnossapitotaso, jne. Elinkaariselvityksien formaatti tulee olla yhtenäinen, ts. esimerkiksi elinkaarilla tulee olla yhteismitalliset arvot. Lisäksi komponentteja ja rataosia koskeva data tulee olla vertailukelpoista ja strukturoitua, kuten aikaisemmin esitettiin.
- Ratahallintokeskuksen tulee hyväksyä (mahdollisten tarkennusten jälkeen) tehdyt oletukset, jotka liittyvät esimerkiksi eri komponenttien elinkaarien muodostumiseen ja riski- tai rajoitusperusteisiin.

Nämä edellytykset eivät sinällään ole vain ohjelmiston vaatimuksia, vaan tutkimuksessa esille nousseita seikkoja, joiden osalta Ratahallintokeskuksen tietotuotantoa tulisi kehittää. Esimerkiksi rataosien elinkaariselvityksien käyttömahdollisuuksia parantaa huomattavasti se, että ne ovat vertailtavissa.

Lopuksi on tärkeä huomioida, että rataverkon kuntotason liikenteellisiä vaikutuksia voidaan työkalun avulla arvioida vain rataosakohtaisesti. Kerrannaisvaikutusten määrittämiseen tulisi hyödyntää jonkinlaisia simulointimenetelmiä.

5.7 Toteutuksesta ja sen kustannuksista

Visualisointityökalun toteuttamisesta pyydettiin alustava toteutus- ja kustannusarvio Advant Solutionsilta (www.advantsolutions.fi), joka on erikoistunut erilaisiin graafisiin mallinnusohjelmistoihin. Heidän asiantuntijoidensa mukaan työkalun toteuttaminen vaatisi resursseja seuraavasti:

1. Tekninen määrittely toiminnallisen määrittelyn pohjalta: ~ 2 htkk
 2. Ohjelman sisäisen rakenteen, tietokantojen ja laskentamallien toteutus: ~ 3 htkk
 3. Visualisointimallinen toteutus: ~ 3 htkk
 - a. dynaamiset karttapohjaiset kuntatasovisualisoinnit
 - b. dynaamiset elinkaarikuvaajat
 4. Ohjelmiston kokoonpano, testaus ja dokumentointi: ~ 2 htkk
 5. Asiakasintegraatio: ~2 htkk
 - a. Ohjelmiston asennus
 - b. Tietosisällön importointi
 - c. Integraatiotestaus
 - d. Käyttöönottokoulutus
- Yhteensä ~ 12 henkilötyökuukautta.

Kyseisin resurssein ohjelmisto saadaan toteutettua toimintavalmiiksi alan yleisiä sopimusehtoja noudattaen (sisältää esimerkiksi takuun ohjelmointivirheiden varalta). Ohjelmisto toteutetaan siten, että se on helposti laajennettavissa myöhemmin. Erillis-projekteina voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavat laajennukset:

- SAP-integrointi
- Uusi visualisointimalli
- Kustannustarkastelumalli
- Liikenteellisten vaikutusten seurantamalli

Toteutusten laajuuksista riippuen tämänkaltaiset projektit vaativat noin 1–2 htkk/kpl.

Henkilötyökuukausien hinnat ovat alalla keskimäärin 10 000 euroa/htkk (+alv).

Edellä mainitut arviot perustuvat tähän dokumenttiin. Koska kyseessä ei ole läheskään kattava määrittely, lopulliset kustannukset voivat muuttua paljonkin toteutettavista ominaisuuksista riippuen. Näin ollen arviot eivät myöskään ole sitovia.

6 PÄÄTELMÄT

Visualisointia hyödyntäen radanpidon ja sen rahoituksen vaikutuksia voidaan esittää havainnollisesti. Tällaista viestintää ei ole aikaisemmin systemaattisesti hyödynnetty. Visualisointi voi toimia apuvälineenä radanpidon strategisessa suunnittelussa, joka on Ratahallintokeskuksen perustehtävä. Tämä työ osoittaa myös osaltaan radanpidon strategisen suunnittelun kompleksisuuden sekä tiedonhallinnan ja suunnittelun merkityksen siinä.

On mahdollista luoda visualisointityökalu, jolla voidaan kuvata ja esittää radan kunnan ja radanpidon rahoituksen vaikutukset rataverkon liikennöitävyyteen ja – yhdistettyinä liikennetietoihin ja liikenne-ennusteisiin – myös vaikutukset yhteiskuntaan ja yhteiskuntatalouteen. Eri kehittämisvaihtoehtojen yhteydet ja vaikutukset liikennejärjestelmään ja yhteiskuntaan tulevat visualisoinnin avulla helpommin ymmärrettäviksi. Kullekin tiedon tarvitsijalle voidaan lisäksi koostaa tietoa juuri siinä muodossa, kun on tarpeen.

Lähtökohtana työssä on ollut tiedon hierarkkisuus: rataverkko on hierarkkinen kokonaisuus, ja vaikutuksia on tietyissä rajoissa mahdollista arvioida myös suuntaa-antavan ja asiantuntija-arvioihin perustuvan tiedon avulla tai eri hierarkiatasojen tietojen yhdistelmänä. Lähtötietojen tarkentaminen toki parantaa tarkkuutta hierarkian ylemmillä tasoilla.

Tiedonhallintaprosessin kehittäminen ja elinkaariselvitykset

Liikennejärjestelmänäkökulmasta ratojen kuntotilan seurantaan liittyvää tiedonhallintaprosessia tulee kehittää. Rataverkon kunnan ja sen liikenteellisten vaikutusten sekä radanpidon rahoituksen määrän ja kohdentamisen vaikutusten kuvaamisessa voidaan hyödyntää samoja tietolähteitä. Elinkaariselvitykset tarjoavat hyvän lähestymistavan aiheeseen, vaikka ne ovatkin kooste olemassa olevasta tiedosta, eivät tiedon alkuperäinen lähde. Selvitysten kehittämiseen, mm. tietosisällön laajentamiseen ja yhdenmukaistamiseen tulee panostaa osana tiedonhallintaprosessin kehittämistä.

Tutkimuksessa hyödynnetyt elinkaariselvitykset ovat ensimmäisiä elinkaariselvityksiä, ja ne poikkeavat mm. tietosisällön ja tarkastelujakson suhteen jonkin verran toisistaan. Tutkimuksen aikana kaikki elinkaariselvitykset eivät olleet valmistuneet, joten koko rataverkon tarkastelu ei ollut tässä yhteydessä mahdollista. Elinkaariselvitysten lisäksi tutkimuksessa käytettiin muita rataverkon kuntoa kuvaavia tunnuslukuja. Rataverkon kunnan esittämiseen ei ole käytössä yhtä, tilannetta yksinkertaisesti kuvaavaa muuttujaa. Elinkaariselvityksissä käytetylle kuntoprosentille ei myöskään löytynyt yksiselitteistä määritelmää. Rataosien ja rataverkon kuntoa kuvatessa joudutaan tekemään yleistyksiä. Lähtötiedon tarkentuessa myös tiedon laatu paranee.

Erilaiset tietotarpeet ja visualisointi

Visualisointi parantaa oleellisesti edellytyksiä saada tieto perille ja omaksua tietoa. Kun tiedonhallintaprosessi on systematisoitu, visualisoinnin avulla voidaan helposti ja luotettavasti havainnollistaa rataverkon kuntoon ja sen liikenteellisiin vaikutuksiin ja eri rahoitusmahdollisuuksiin liittyvää kehitystä ja vaihtoehtoja.

Rataverkon kunnosta, sen kehittymisestä ja vaikutuksista tarvitaan monentasoista tietoa. Tässä tutkimuksessa keskeisenä tavoitteena oli visualisoida rataverkon kunnan heikkenemisen vaikutuksia päättäjille: esittää mahdollisimman yksiselitteisesti vaikutukset ja rataverkon kehittämisen tarpeet ja puuttuvat taloudelliset resurssit. Tutkimuksen alkuperäisenä tavoitteena oli visualisoida perusradanpidon rahoitustasojen liikenteellisiä vaikutuksia. Kerättyä lähtötietoja havaittiin, ettei perusradanpidon rahoituksen vaikutusten arviointi ole käytettävissä olevilla tiedoilla toteutettavissa. Tutkimuksessa on kuitenkin esitetty hahmotelma visualisointityökalusta, jonka avulla on mahdollista kuvata ja esittää rataverkon kunnan ylläpitämiseen tarvittavien taloudellisten resurssien määrä.

Visualisointityökalu

Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että olisi mahdollista ja myös perusteltua toteuttaa dynaaminen ja interaktiivinen ohjelmisto, jolla olisi mahdollista visualisoida seuraavia asioita esimerkiksi ajan funktiona:

- Rataosien ja niiden muodostaman verkon kunto
- Rataosien ja niiden muodostaman verkon liikenteelliset vaikutukset
- Rahoituksen vaikutus rataosien ja niiden muodostaman verkon kuntoon ja siten liikenteellisiin vaikutuksiin

Käytännössä työkalu voisi tarjota esimerkiksi seuraavankaltaisia visualisointeja:

- Dynaamisesti muodostettavat (painotetut) *elinkaarikuvaajat* vapaasti valittavine rajoituspisteineen sekä komponenteittain, komponenttiryhmittäin, rataosittain että rataosaryhmittäin. Eri kuvaajien ja rahoitustasojen vaikutusten vertailu.
- Koko *rataverkon kuntotilan* kehittyminen ajan funktiona.
- *Kuntotilan vaikutukset* radan liikennöintiin.
- Eri *rahoitustasoihin* liittyvät kuvaajat.
- Elinkaarikuvaajan näyttäminen rataverkolta tiettyä rataosaa osoittamalla.

Ohjelmiston toteuttaminen edellyttää joitakin muutoksia Ratahallintokeskuksen tiedonhallintaprosessiin. Nämä muutokset palvelisivat kuitenkin myös muita tarpeita. Esimerkiksi ohjelmiston vaatimus siitä, että elinkaariselvityksien tiedot tuotetaan yhtenäiseen struktuuriin, parantaa kyseisten tietojen käyttömahdollisuuksia myös muissa yhteyksissä. Itse ohjelmiston toteutus veisi ominaisuuksista riippuen noin 12 henkilötyökuukautta.

LÄHTEET

Ratahallintokeskus 1995. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Osa 1 Yleiset perusteet. Voimassa 1.12.1995 alkaen.

Ratahallintokeskus 2002a. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Osa 2 Radan geometria. Voimassa 17.6.2002 alkaen.

Ratahallintokeskus 2002b. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Osa 15 Radan kunnossapito. Voimassa 2.7.2002 alkaen.

Ratahallintokeskus 2004a. Rataomaisuuden jako alueisiin ja rataosiin. Taulukko 9.1.2004 ja kuva 14.1.2004.

Ratahallintokeskus 2004b. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. Osa 13 Radan tarkastus. Voimassa 27.9.2004 alkaen.

Ratahallintokeskus 2007a. Luettelo rautatieliikennepaikoista 3.6.2007. Helsinki: Ratahallintokeskus. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F 1/2007.

Ratahallintokeskus 2007b. Nopeusrajoitusten menettelyohje. 19.12.2007. Voimassa 1.1.2008 alkaen.

Ratahallintokeskus 2007c. Ratahallintokeskuksen toiminta- ja taloussuunnitelma 2009–2012. Helsinki: Ratahallintokeskus. 2.11.2007.

Ratahallintokeskus 2008. Rataverkon kuvaus 1.6.2008. Helsinki: Ratahallintokeskus. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F 2/2008.

Rautatievirasto 2008. Junaturvallisuussääntöön liittyvät tekniset määräykset ja ohjeet (Jtt). 10. muutettu painos. Helsinki: Rautatievirasto.

Tuominen, Marko 2004. Rautatieinfrastruktuurin elinkaarikustannukset. Helsinki: Ratahallintokeskus. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 3/2004.

Uimonen, Sakari 2008. Suomen infrastruktuuripääoma: rautatiet. Helsinki: VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. VATT-keskustelualoitteita 439.

VR-Rata 2007a. Rautatierumpujen hallintaraportti 2007.

VR-Rata 2007b. Rautatiesiltojen hallintaraportti 2007.

VR-Rata 2007c. Rautatietunneleiden hallintaraportti 2007.

VR-Rata 2008. Raportti pääratojen ja vaihteiden kunnosta. Kevät 2008.

Vuori, Vilma & Myllärniemi, Jussi & Hannula, Mika & Nippala, Eero & Ala-Kotila, Paula & Riihimäki, Markku 2008. Rakennusalan liiketoimintatiedon hallinnan opas. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Elinkaariselvitykset

Elinkaariselvitykset seuraavilta rataosilta. Ratahallintokeskus 2007–2008.

1102 Pasila–Riihimäki, 1103 Riihimäki–Lahti, 1104 Pasila–Kirkkonummi, 1105 Huopalahti–Vantaankoski, 1106 Kerava–Sköldvik, 1201 Kirkkonummi–Turku, 1202 Turku–Uusikaupunki, 1203 Toijala–Turku, 1204 Hyvinkää–Karjaa, 1205 Karjaa–Hanko, 1206 Raisio–Naantali, 1208 Ihala–Viheriäinen, 1208 Kirkniemen tehdasraide, 1208 Lohja–Lohjanjärvi, 1501 Haapamäki–Seinäjoki, 1502 Orivesi–Haapamäki, 1503 Haapamäki–Jyväskylä, 1504 Jyväskylä–Äänekoski, 1505 Seinäjoki–Vaasa–Vaskiluoto, 1506 Seinäjoki–Kaskinen, 1507 Vilppula–Mänttä, 1602 Kouvola–Juurikorpi–Kotka/Hamina, 1603 Lahti–Loviisa, 1606 Kouvola–Kuusankoski, 1607 Mynttilä–Ristiina, 1707 Joensuu–Uimaharju, 1708 Uimaharju–Porokylä, 1709 Säkäniemi–Niirala, 1715 Lappeenranta–Metsä-Saimaa, 1715 Lappeenranta–Mustola, 1715 Sokojoiki–Pankakoski, 1903 Tuomioja–Raahe, 2001 Äänekoski–Haapajärvi, 2002 Iisalmi–Haapajärvi–Ylivieska, 2101 Iisalmi–Kontiomäki, 2102 Kontiomäki–Ämmänsaari, 2104 Porokylä–Kontiomäki, 2104 Vuokatti–Lahnaslampi, 2105 Oulu–Kontiomäki, 2106 Kontiomäki–Vartius-raja, 2107 Murtomäki–Otanmäki, 2109 Kajaani–Lamminniemi, 2201 Oulu–Laurila–Tornio, 2202 Laurila–Rovaniemi, 2204 Rovaniemi–Kemijärvi–Isokylä, 2205 Isokylä–Kellosekä-raja, 2206 Kemi–Ajos, 2207 Tornio–Röyttä

Haastattelut

Heinonkoski, Risto, yksikön päällikkö, Ratahallintokeskus, Rataverkko-osasto, kunnossapitoyksikkö. 23.5.2008.

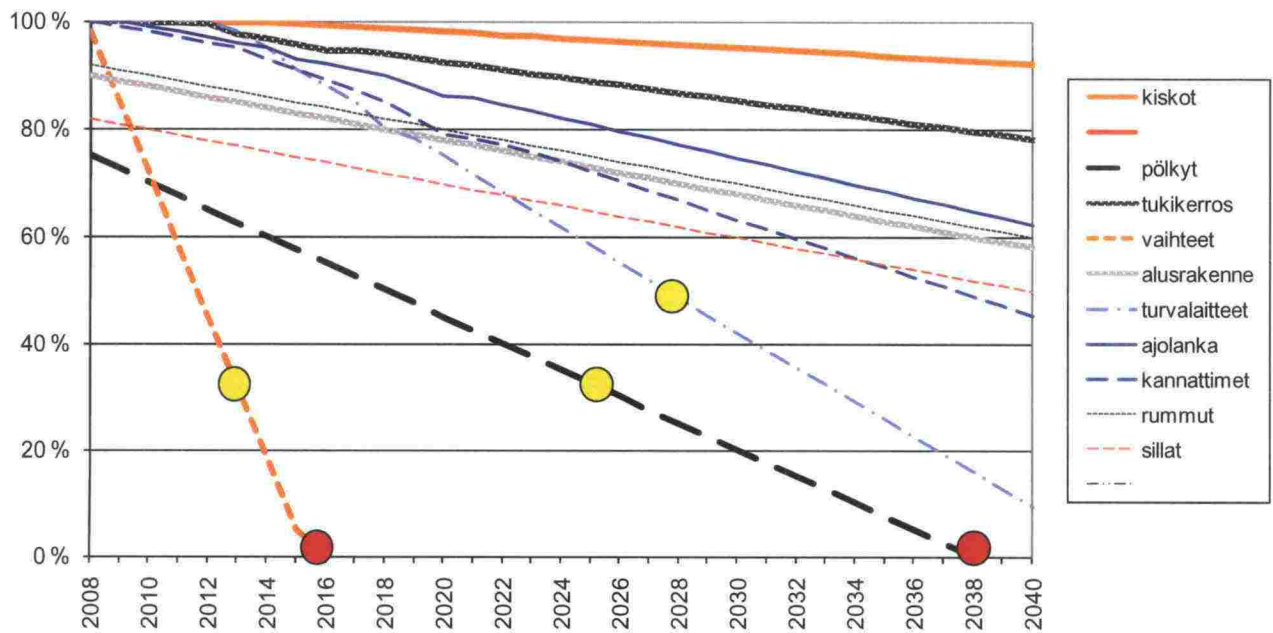
Kärkkäinen, Vesa, ylitarkastaja, Ratahallintokeskus, Rataverkko-osasto, kunnossapitoyksikkö. 2.9.2008.

Levomäki, Matti, yksikön päällikkö, Ratahallintokeskus, Rataverkko-osasto, tekninen yksikkö. 15.7.2008.

Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

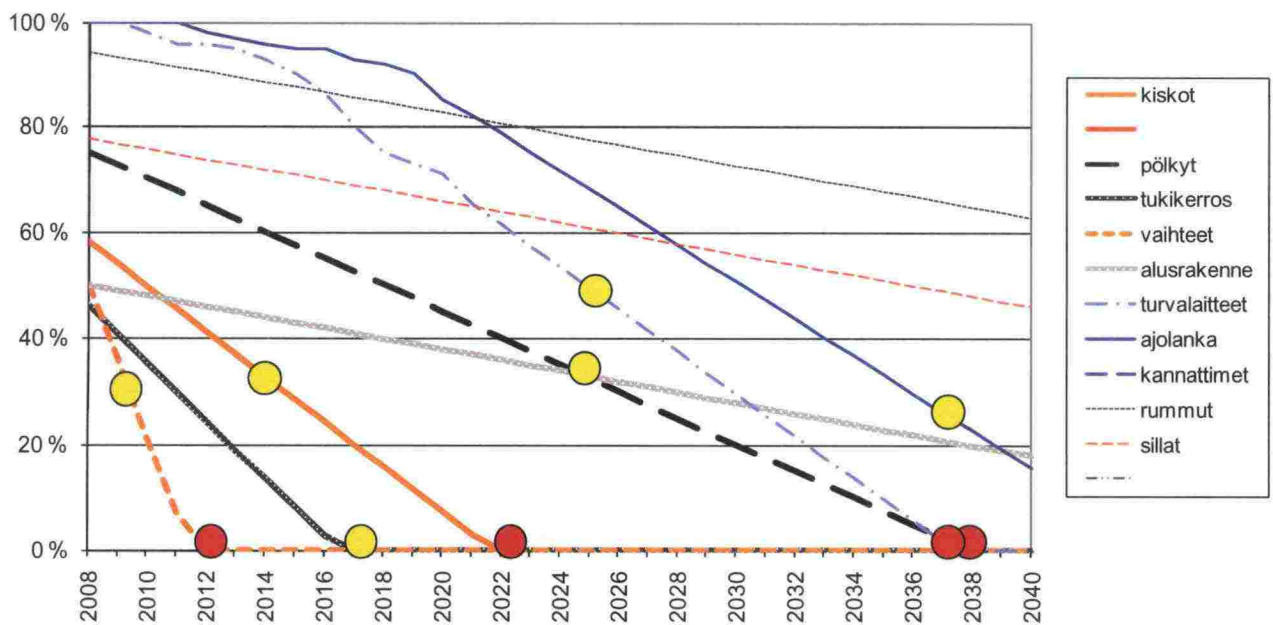
1102 Pasila–Riihimäki 68,2 km

tavoitepalvelutaso H1/T1
kunnossapitotasoa 1A



1103 Riihimäki–Lahti 55,9 km

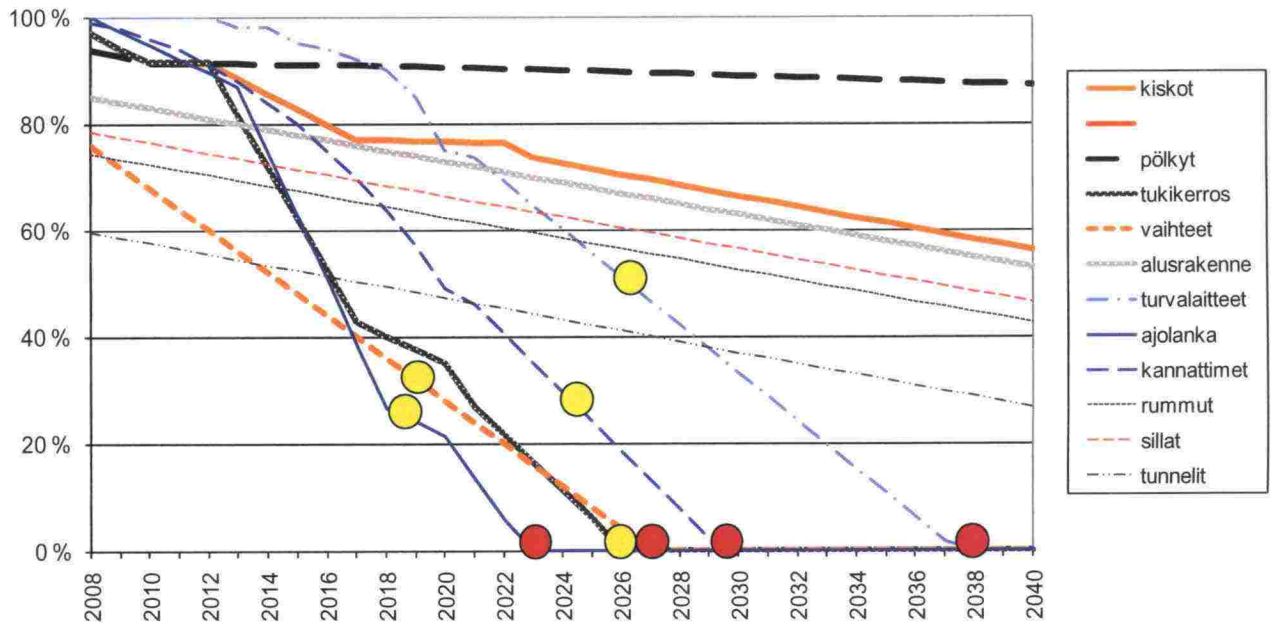
tavoitepalvelutaso H2/H1/T1
kunnossapitotasoa 1/1A



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

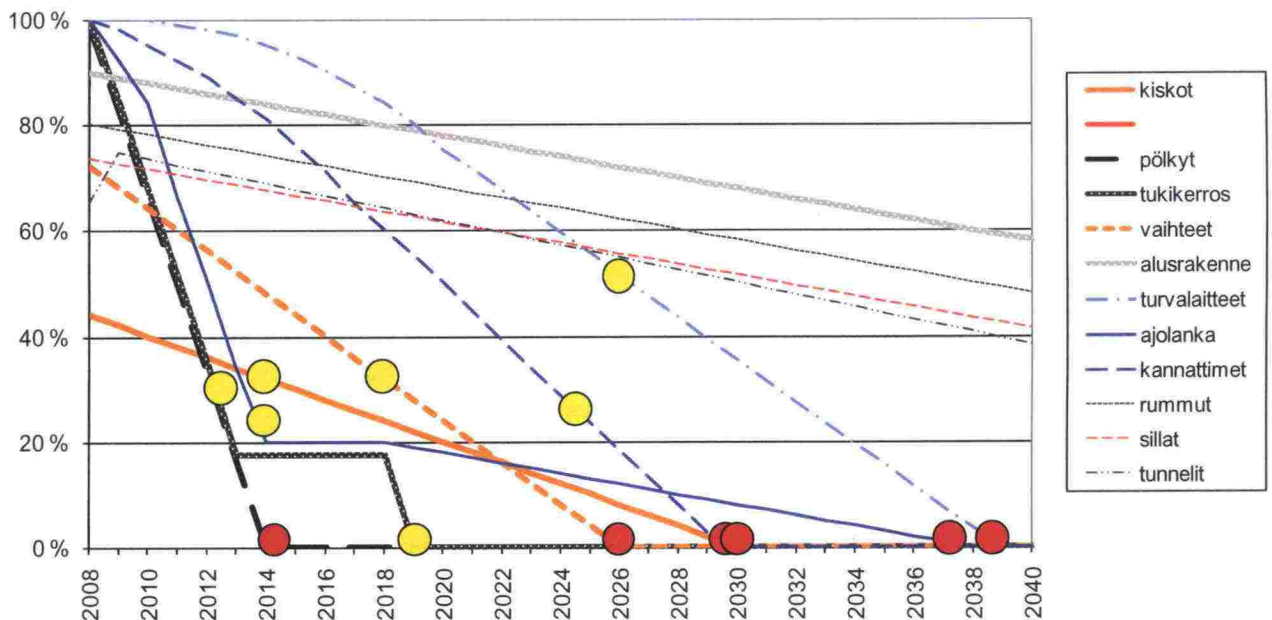
1104 Pasila–Kirkkonummi 35,2 km

tavoitepalvelutaso H1/T2
kunnossapitotaso 2



1105 Huopalahti–Vantaankoski 8,4 km

tavoitepalvelutaso H2/T2
kunnossapitotaso 2

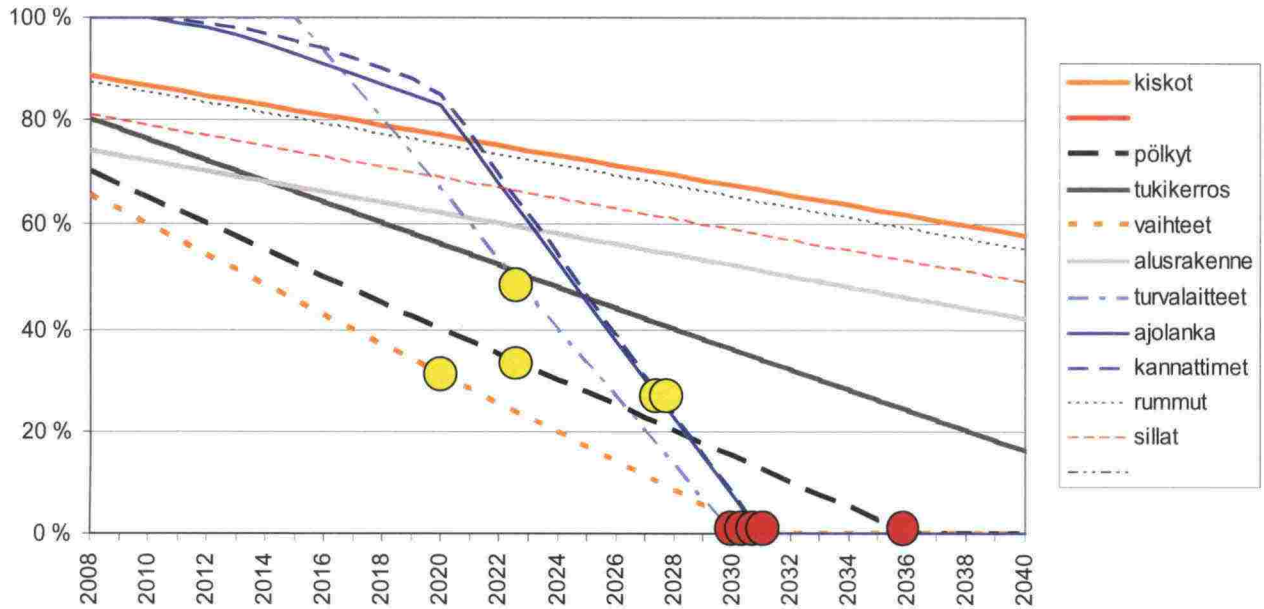


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1106 Kerava–Sköldvik 29 km

tavoitepalvelutaso H5/T1

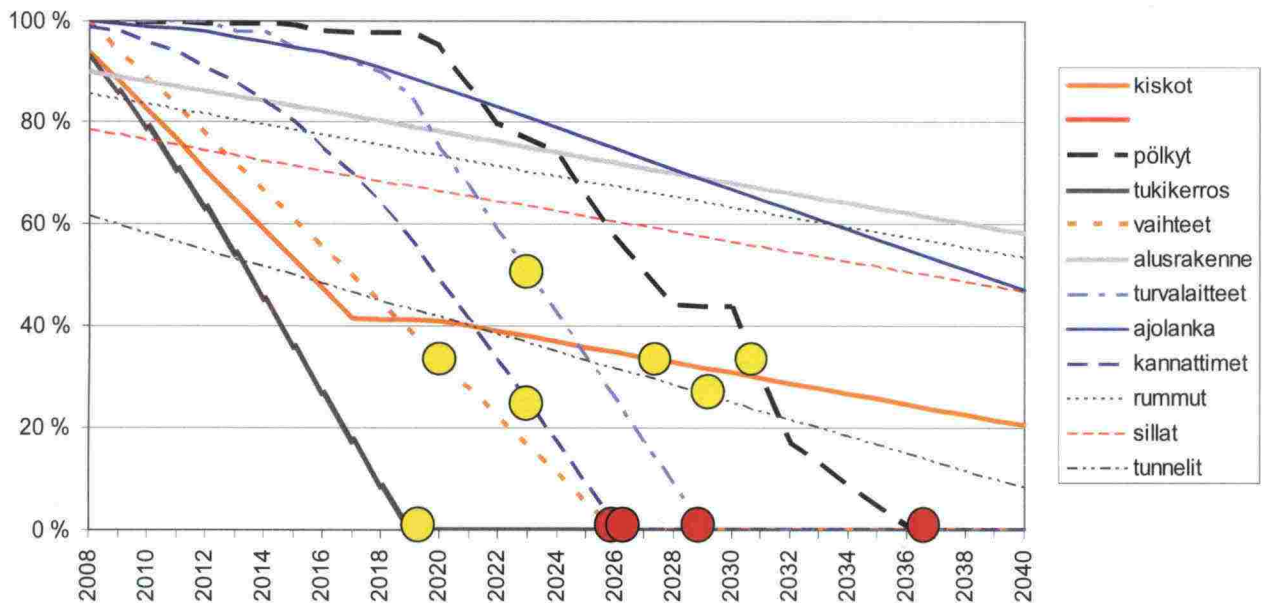
kunnossapitotaso 3



1201 Kirkkonummi–Turku 161,0 km

tavoitepalvelutaso H1/T2

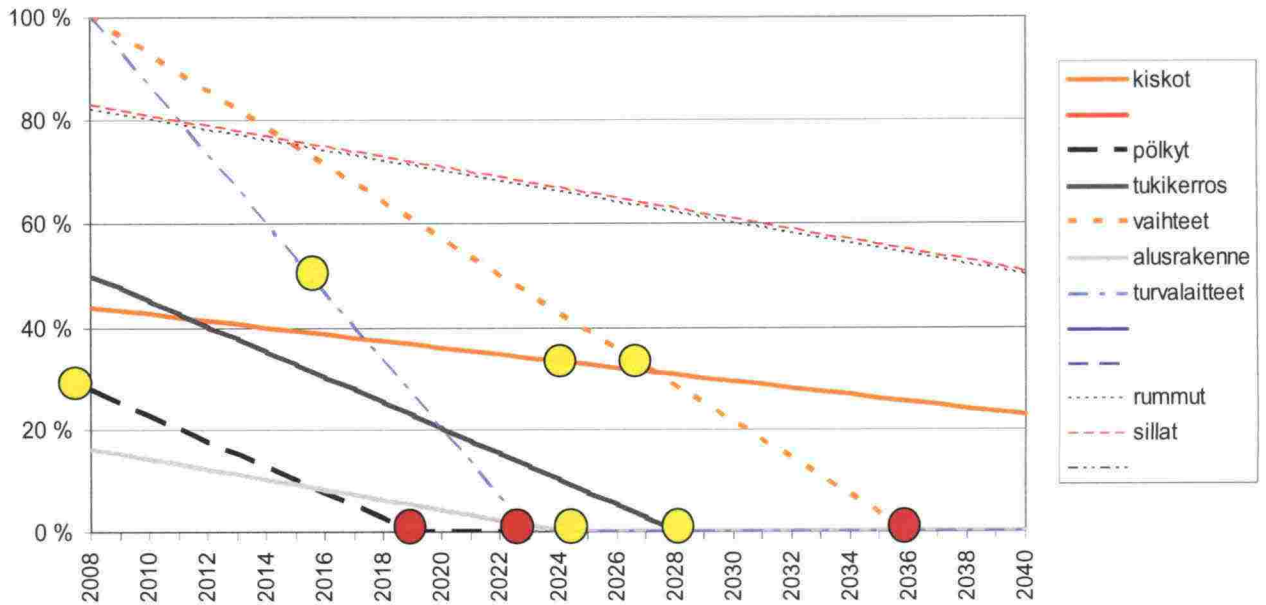
kunnossapitotaso 1A



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

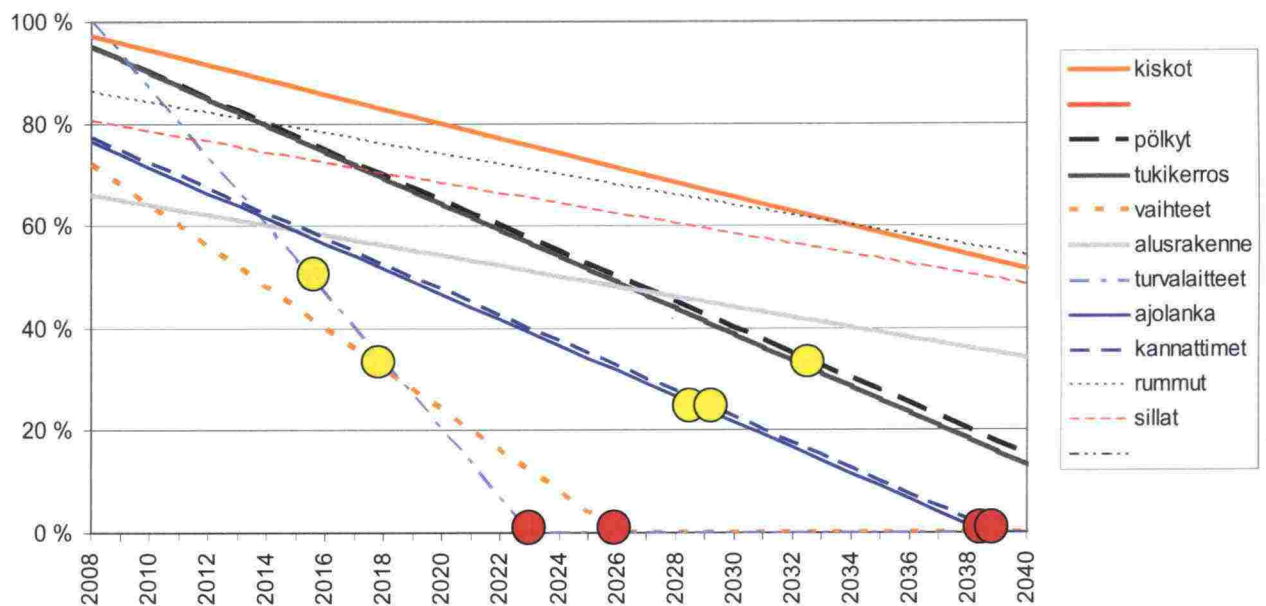
1202 Turku–Uusikaupunki 65 km

tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso 5



1203 Toijala–Turku 125,5 km

tavoitepalvelutaso H2/H3/T1
kunnossapitotaso 1

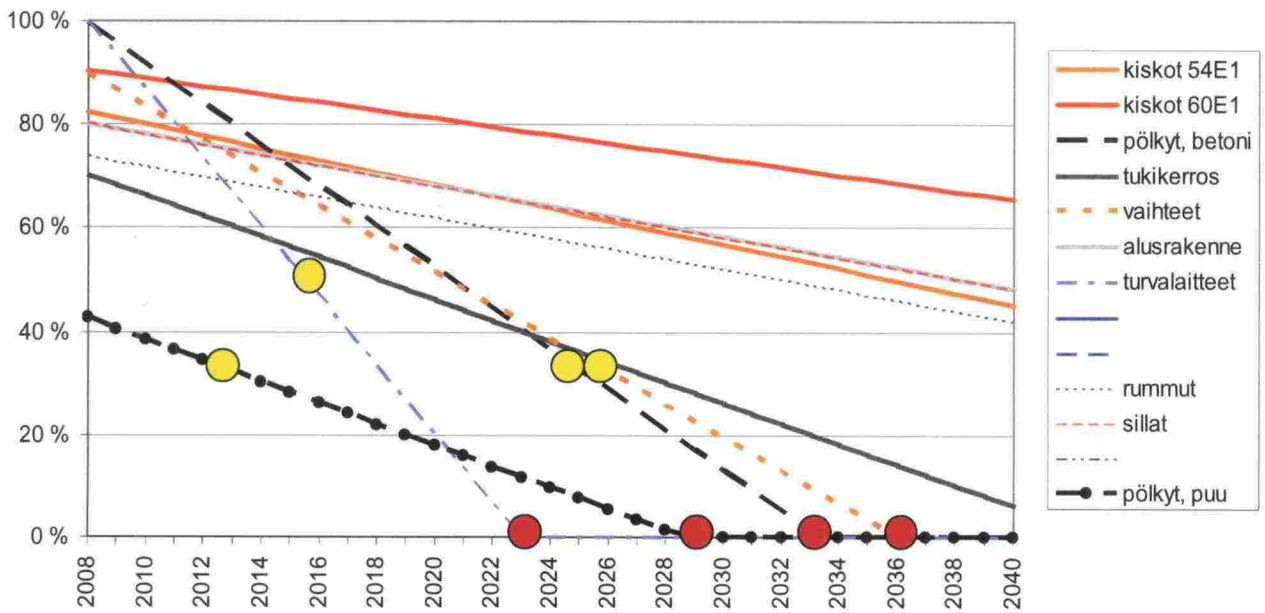


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1204 Hyvinkää–Karjaa 95,3 km

tavoitepalvelutaso H5/T1

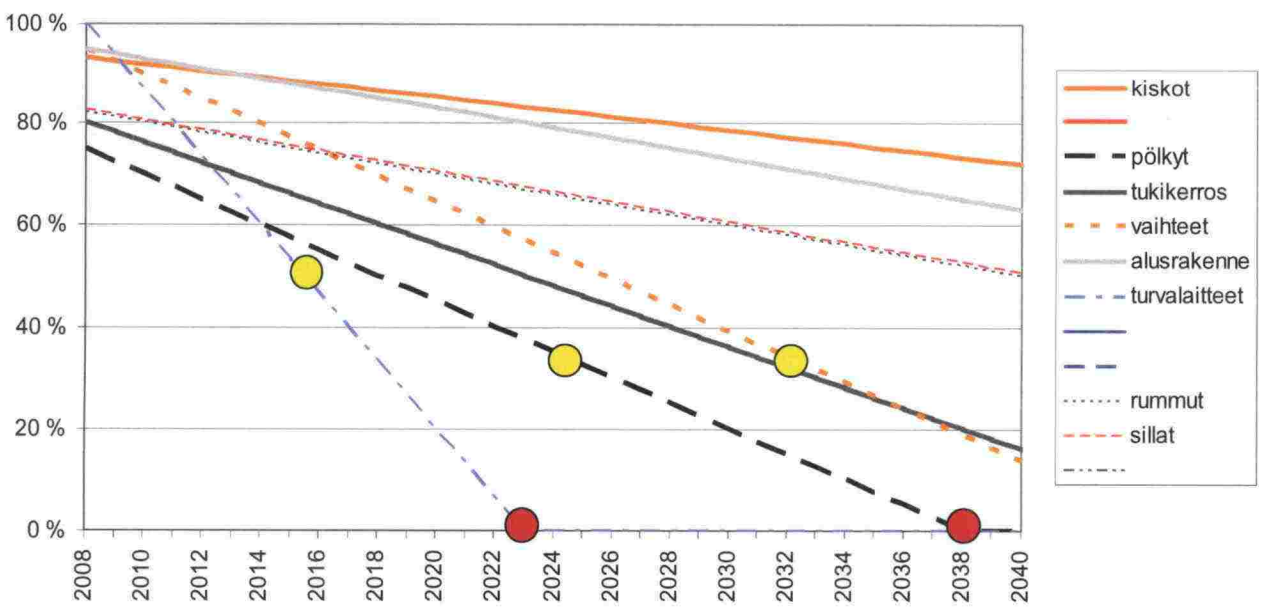
kunnossapitotaso 3



1205 Karjaa–Hanko 48,6 km

tavoitepalvelutaso H3/T1

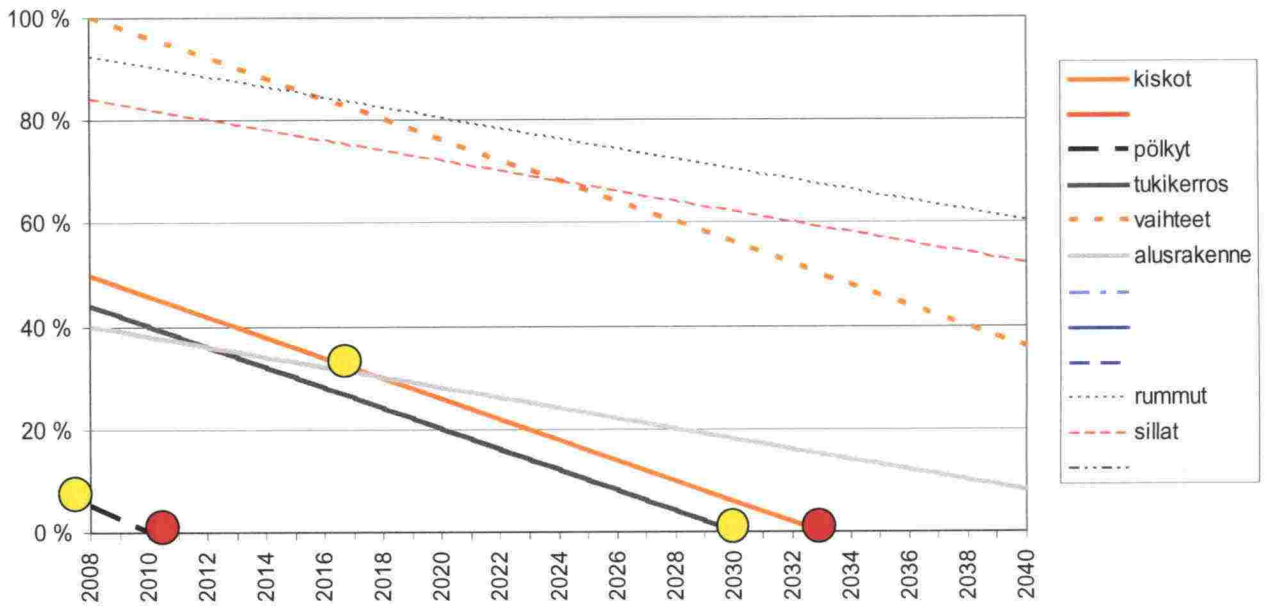
kunnossapitotaso 2



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

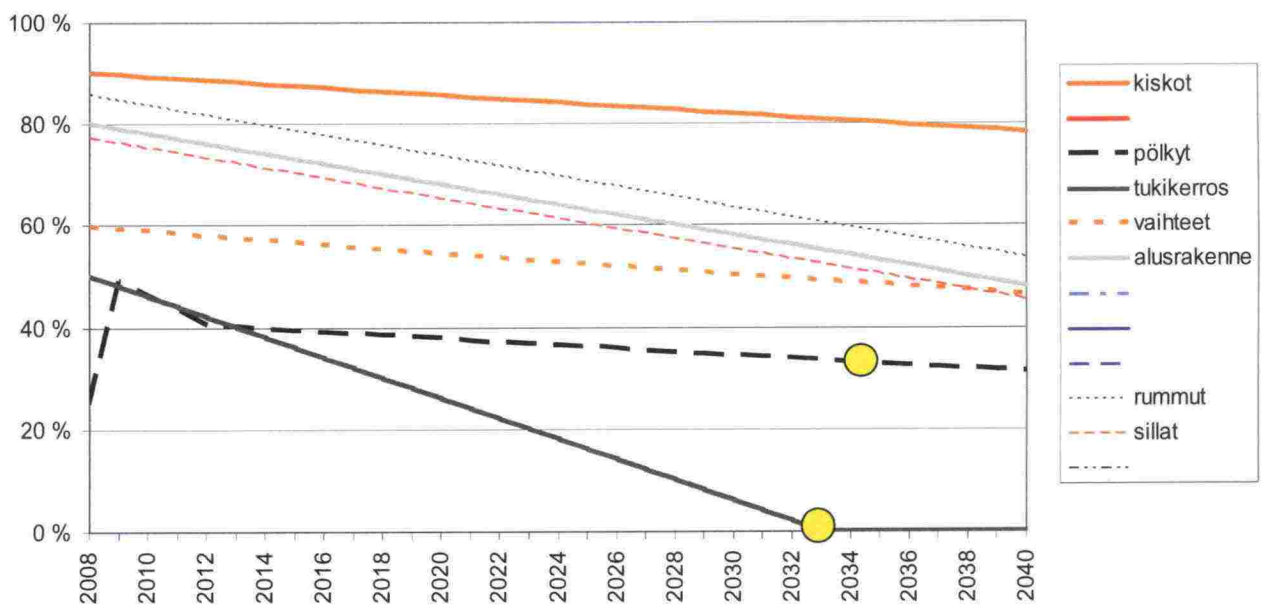
1206 Raisio–Naantali 6,4 km

tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso 5



1208 Ihala–Viheriäinen 4,6 km

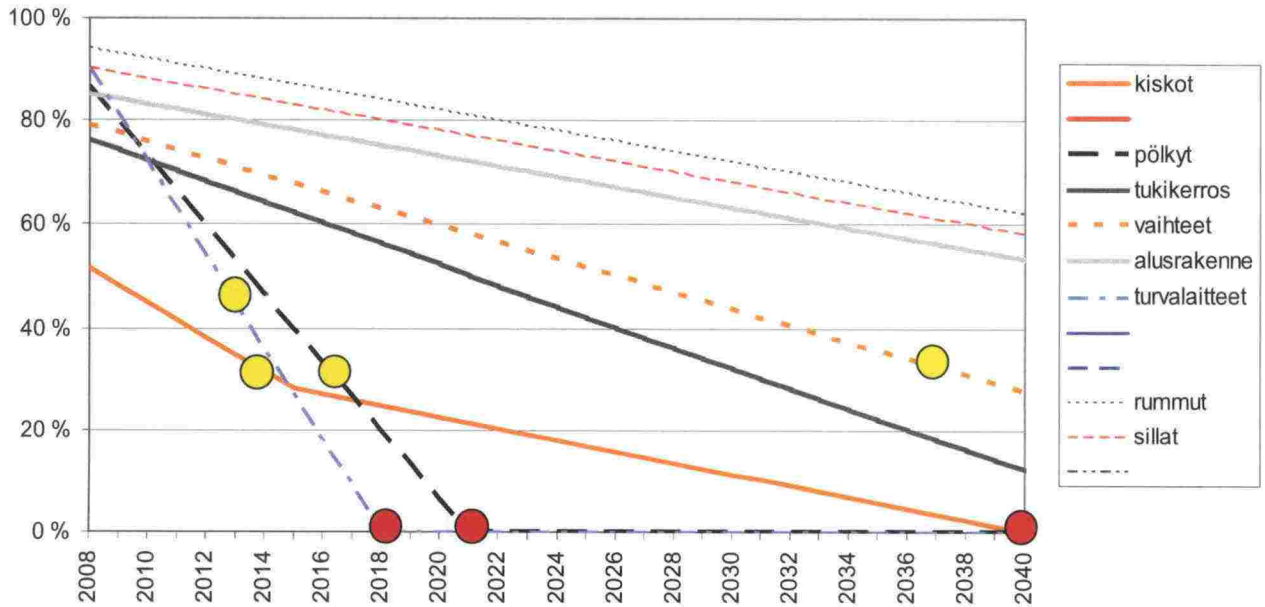
tavoitepalvelutaso H5/T4
kunnossapitotaso ..



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

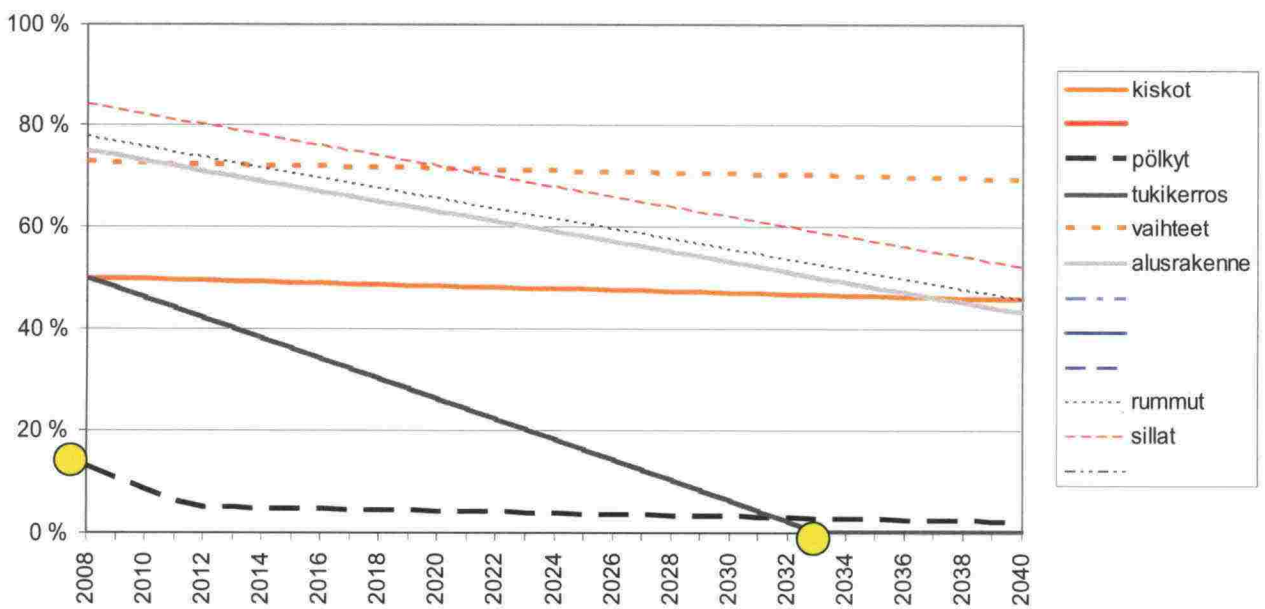
1208 Kirkniemen tehdasraide 1,6 km

tavoitepalvelutaso ..
kunnossapitotaso 6



1208 Lohja-Lohjanjärvi 5,2 km

tavoitepalvelutaso H5/T4
kunnossapitotaso ..

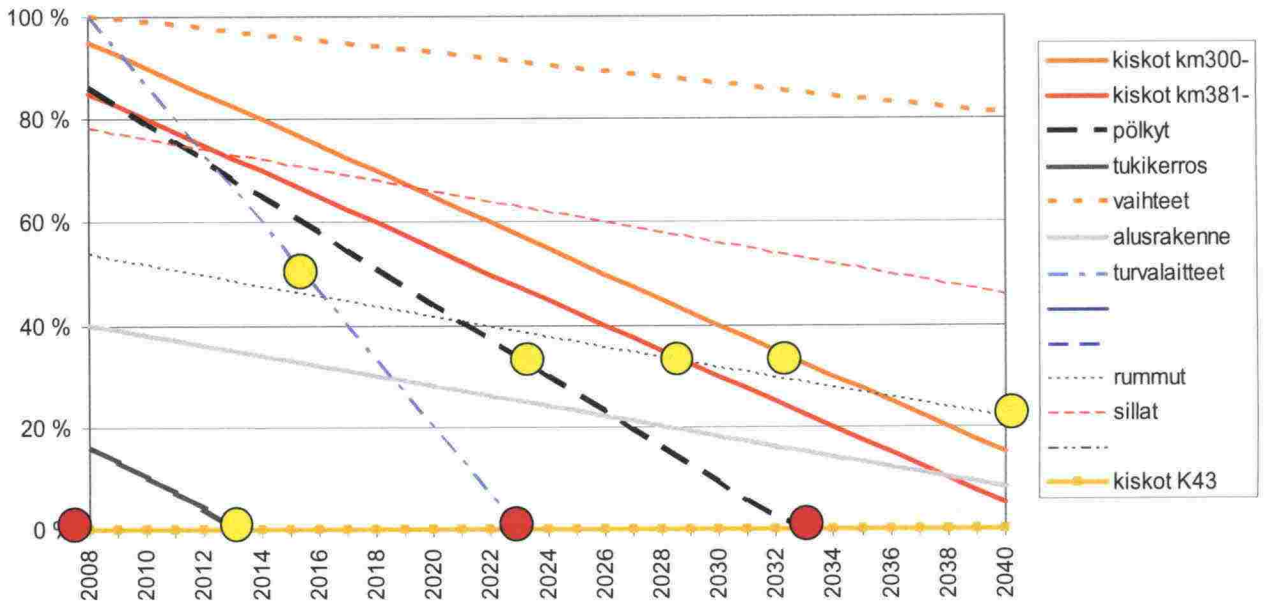


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1501 Haapamäki–Seinäjoki 113,6 km

tavoitepalvelutaso H4/T3

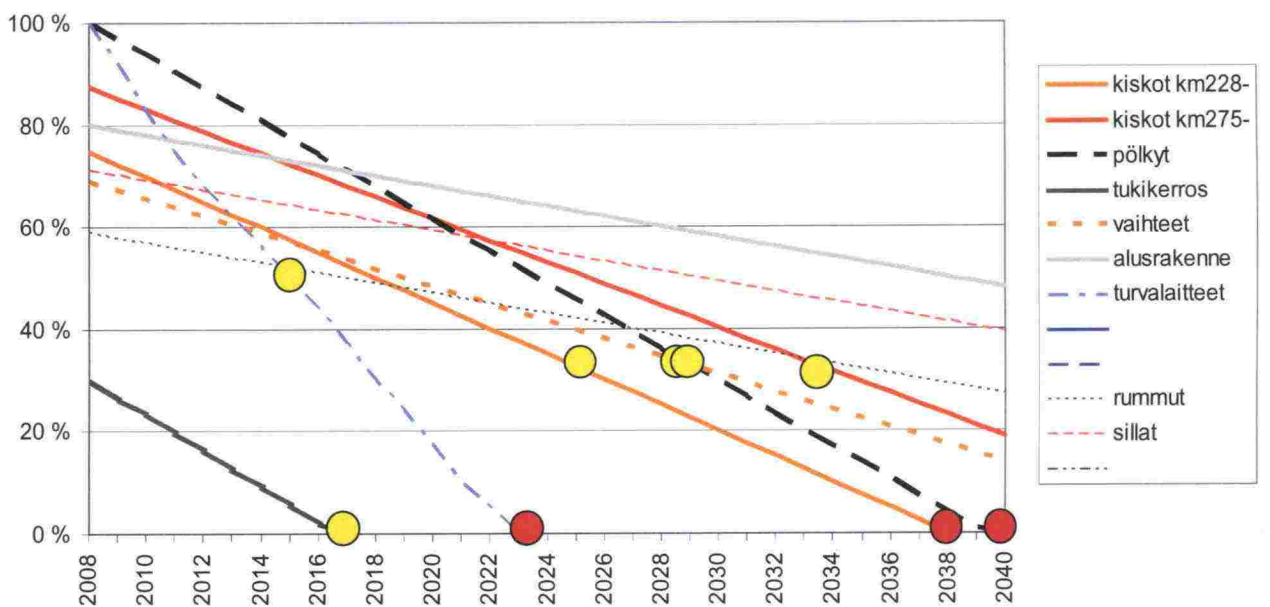
kunnossapitotaso 4



1502 Orivesi–Haapamäki 72 km

tavoitepalvelutaso H4/T3

kunnossapitotaso 4

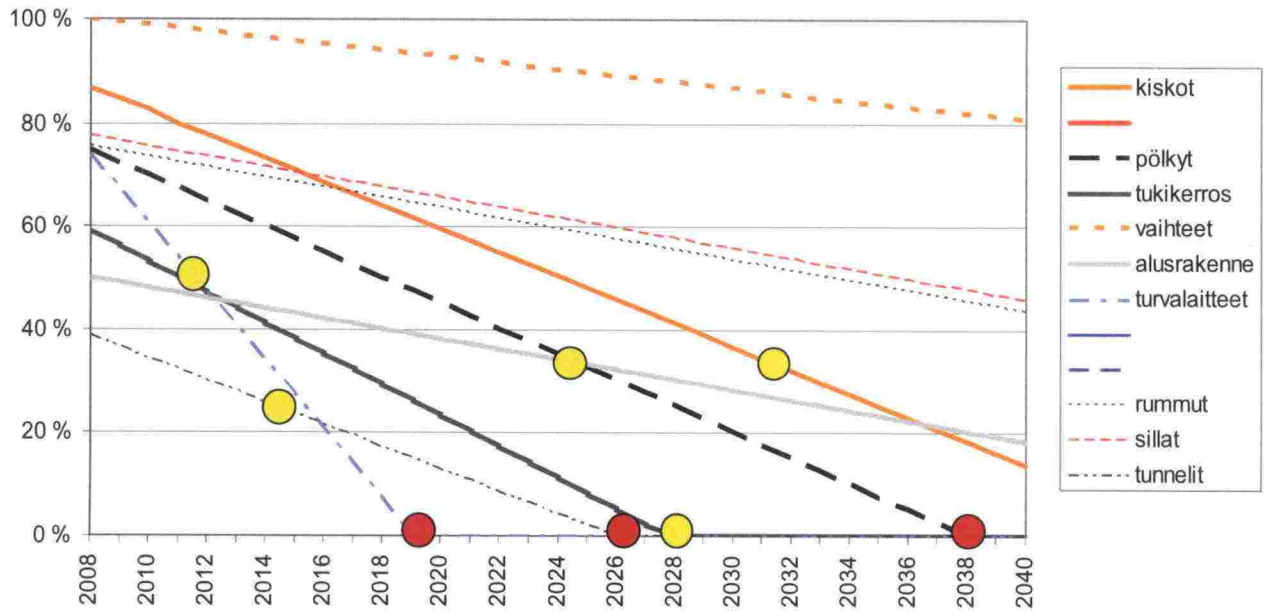


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1503 Haapamäki–Jyväskylä 77 km

tavoitepalvelutaso H4/T3

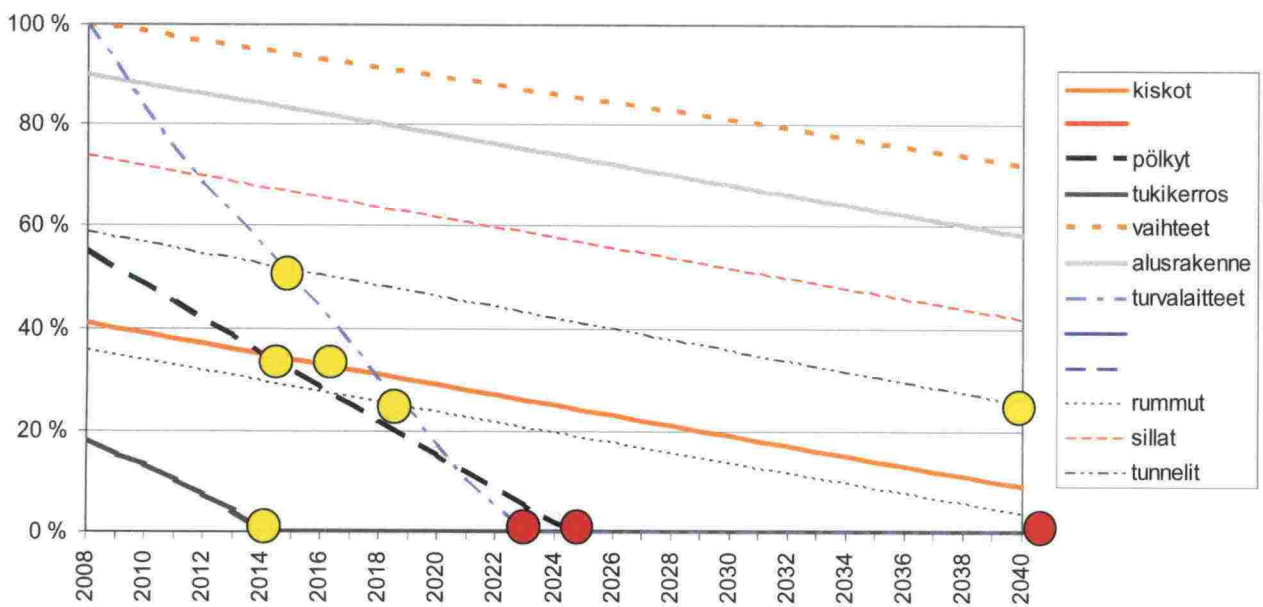
kunnossapitotaso 4



1504 Jyväskylä–Äänekoski 47 km

tavoitepalvelutaso H5/T1

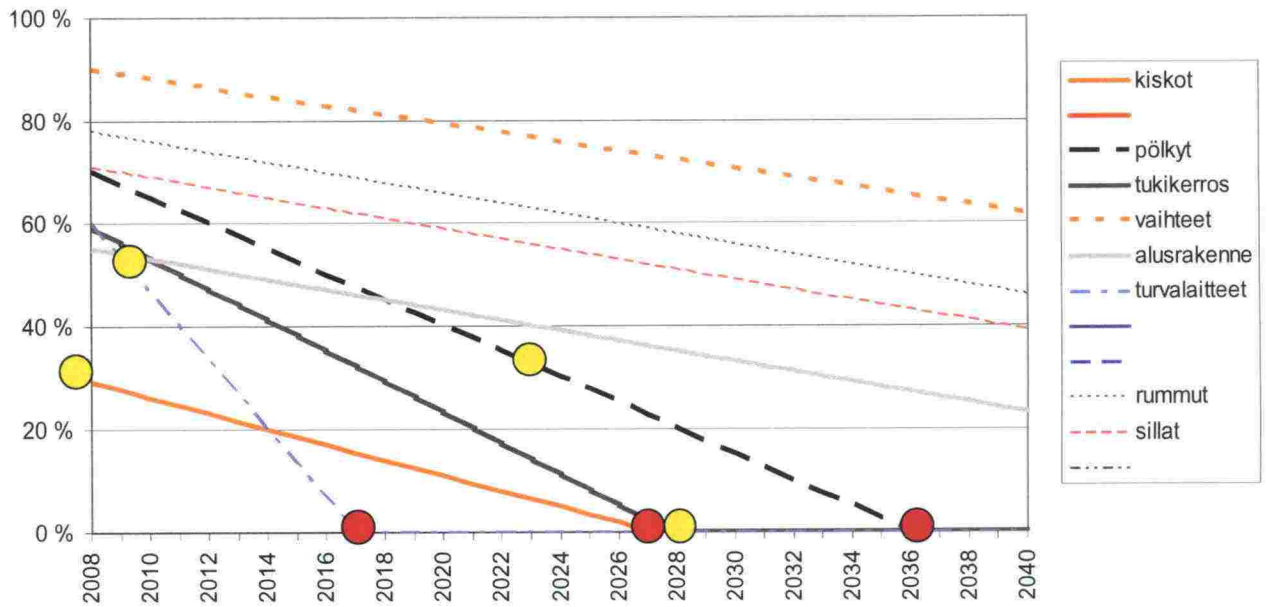
kunnossapitotaso 4



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

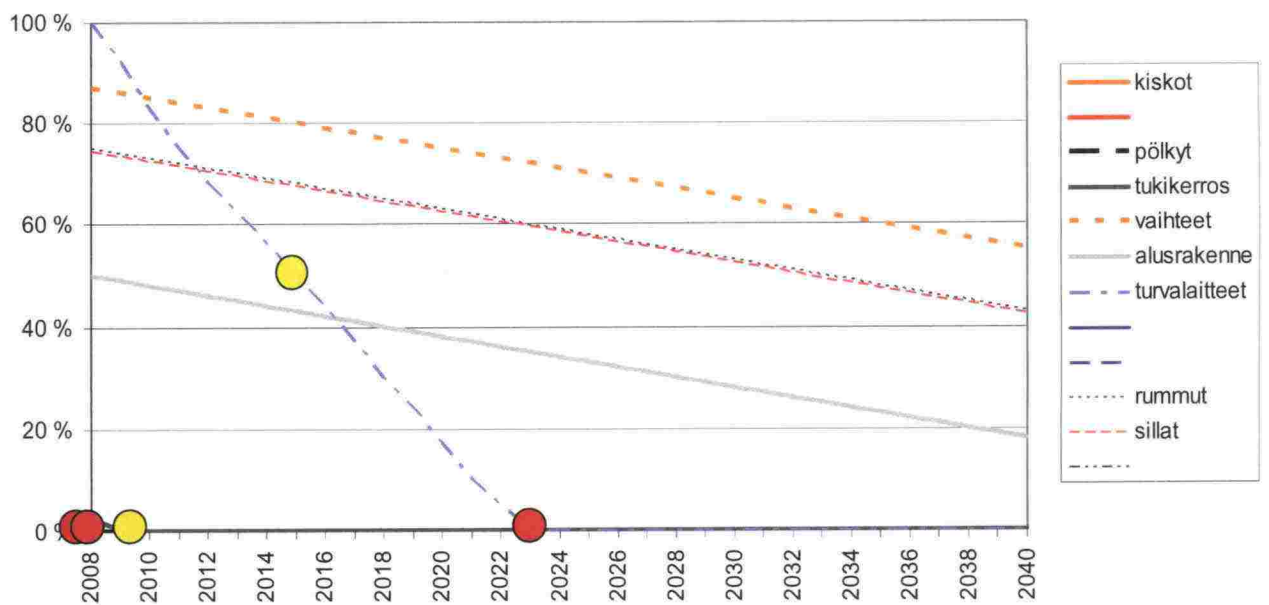
1505 Seinäjoki–Vaasa 74,6 km

tavoitepalvelutaso H3/T2
kunnossapitotaso 2



1506 Seinäjoki–Kaskinen 113,6 km

tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso 4

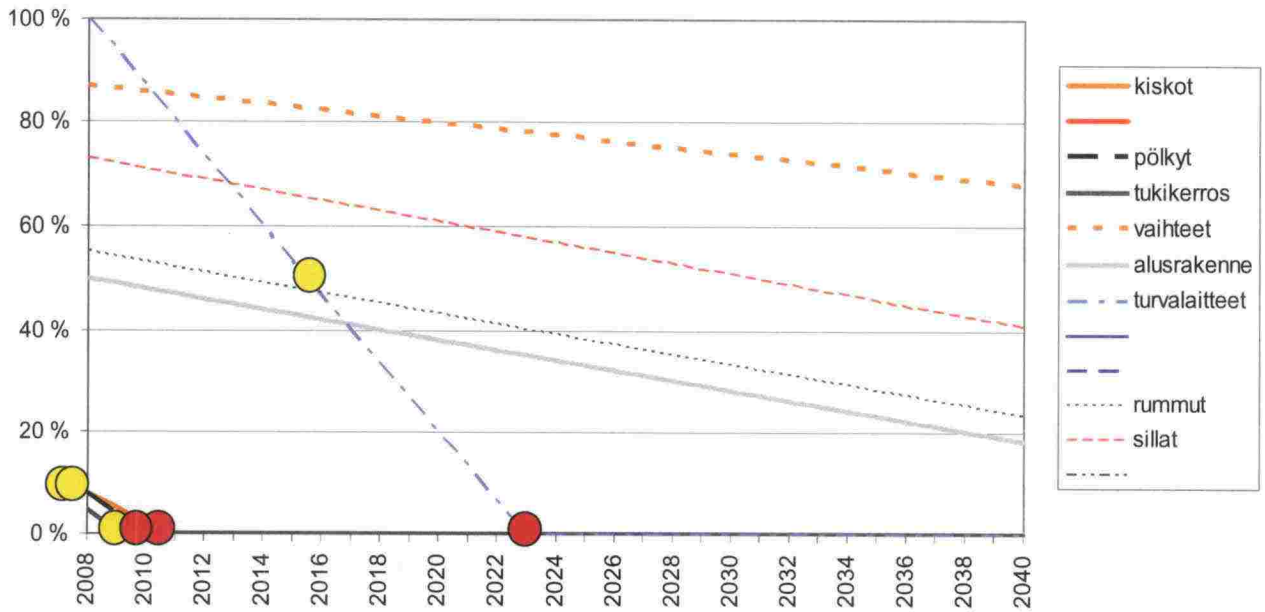


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1507 Vilppula–Mänttä 8 km

tavoitepalvelutaso H5/T3

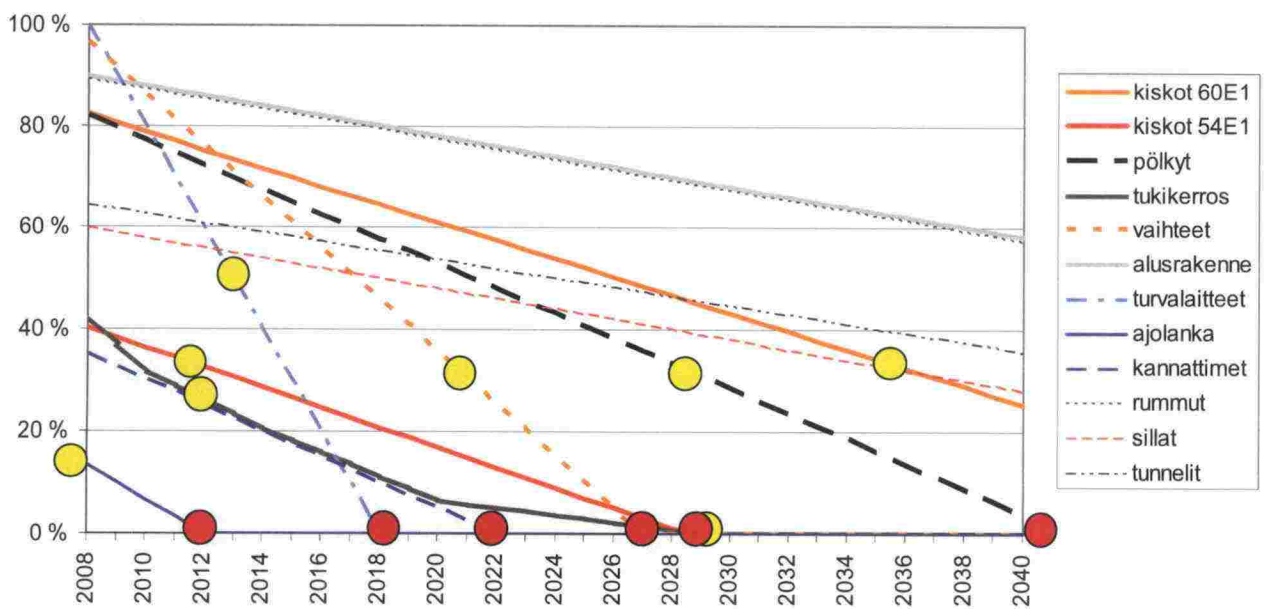
kunnossapitotaso ..



1602 Kouvola–Kotka/Hamina 59,5 km

tavoitepalvelutaso H3/H5/T1

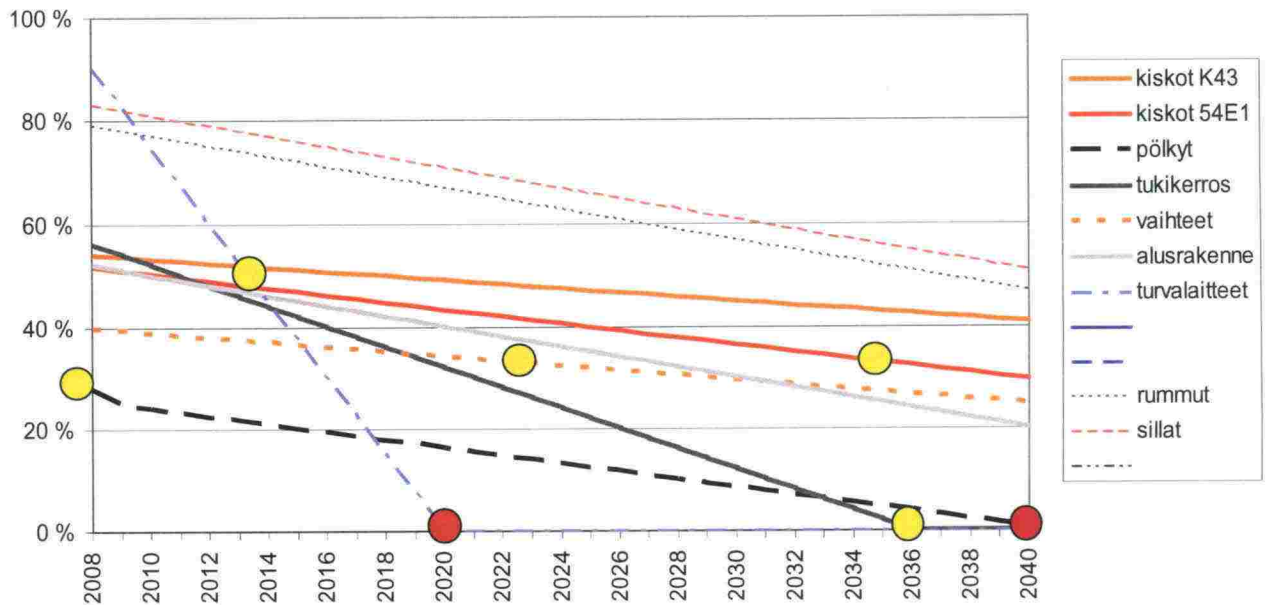
kunnossapitotaso 2/3



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

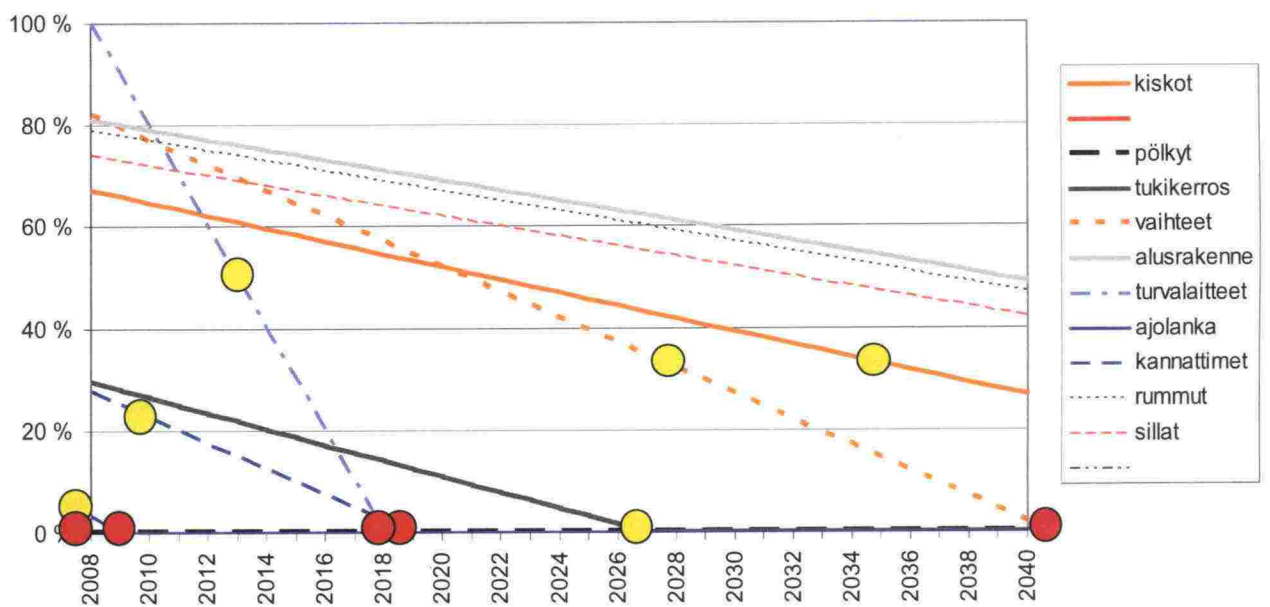
1603 Lahti – Loviisan satama 75,6 km

tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso 5



1606 Kouvola–Kuusankoski 7 km

tavoitepalvelutaso H5/T1
kunnossapitotaso 4

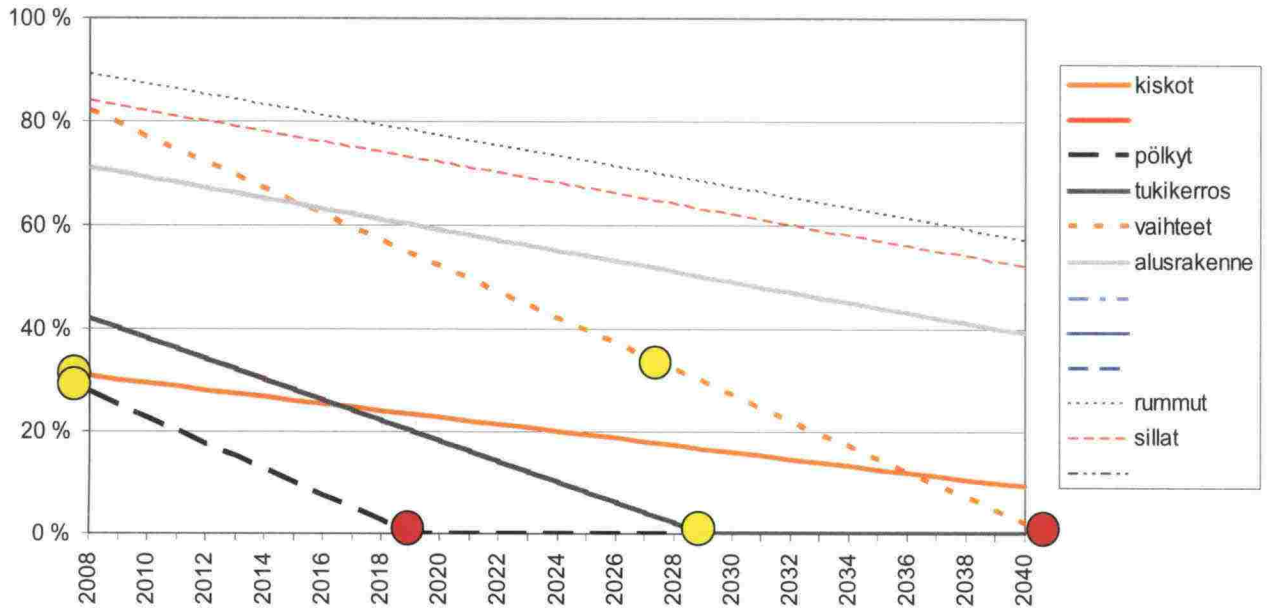


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1607 Mynttilä–Ristiina 21 km

tavoitepalvelutaso H5/T4

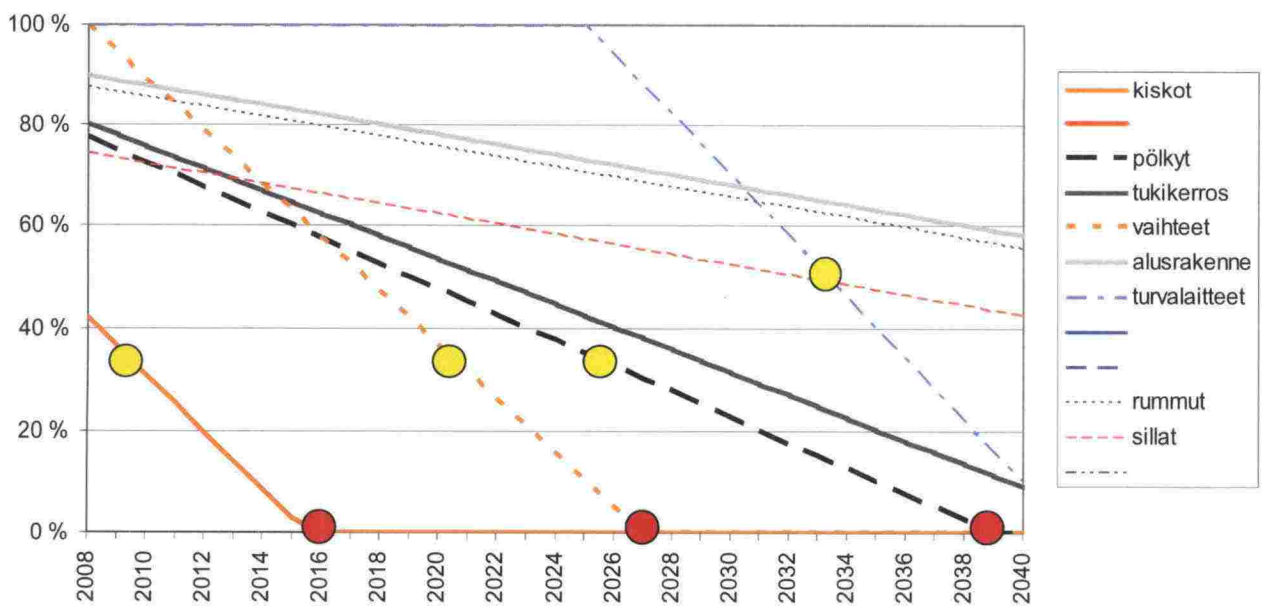
kunnossapitotaso ..



1707 Joensuu–Uimaharju 50,0 km

tavoitepalvelutaso H3/T1

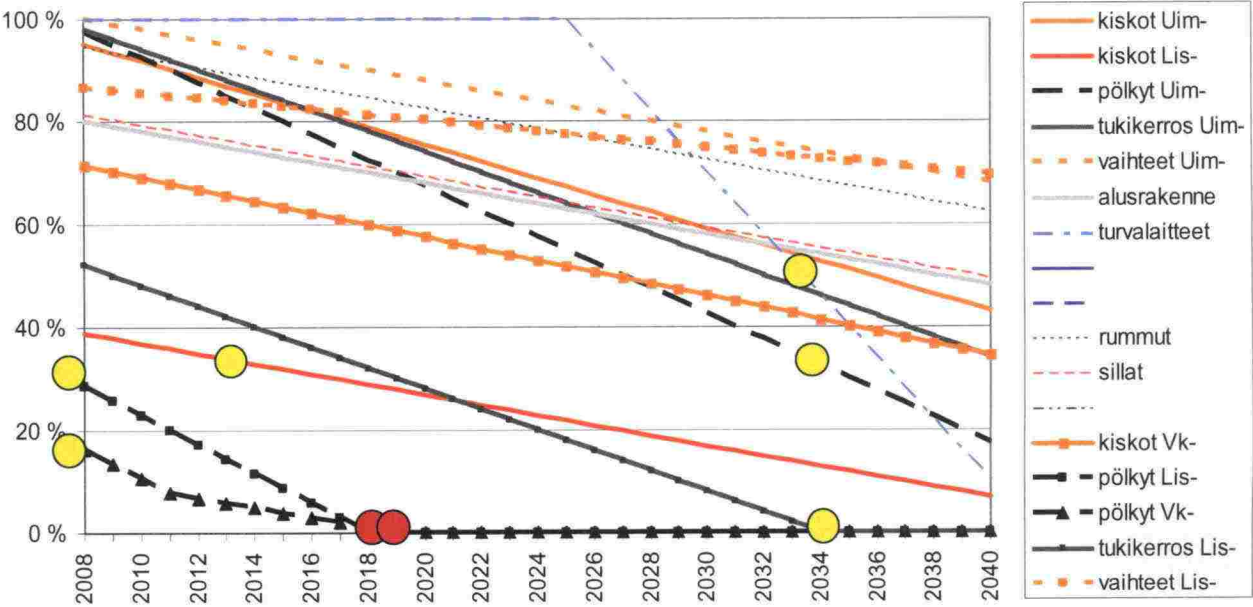
kunnossapitotaso 2



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

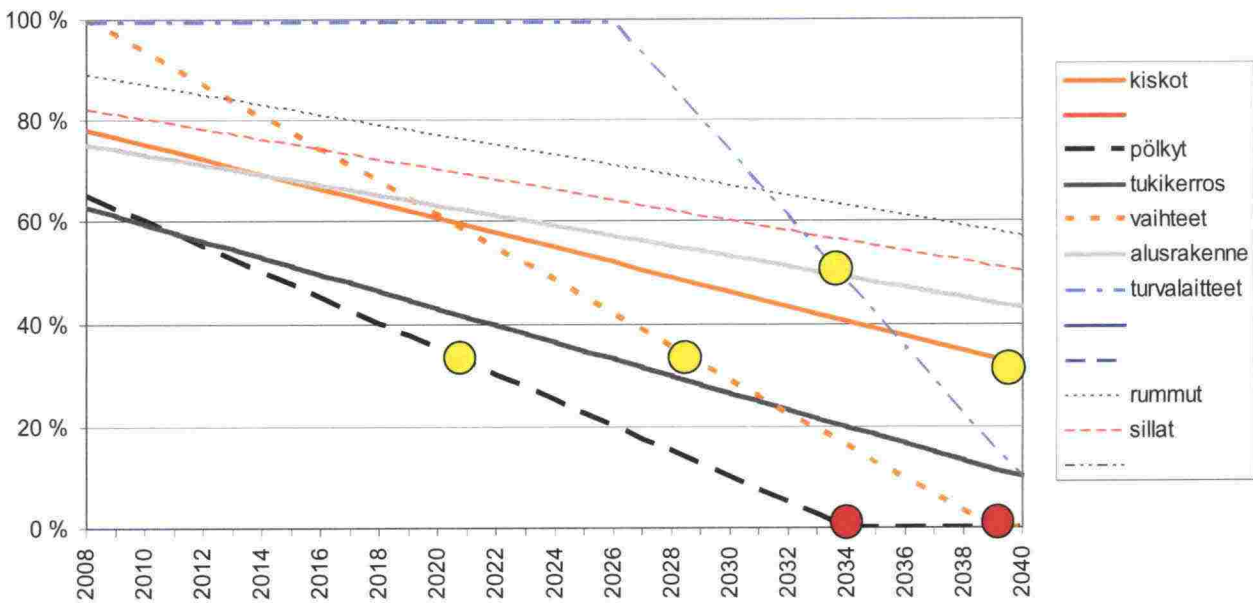
1708 Uimaharju–Porokylä 113 km

tavoitepalvelutaso H4/H3/H5/T3/T4
kunnossapitotaso 3/5



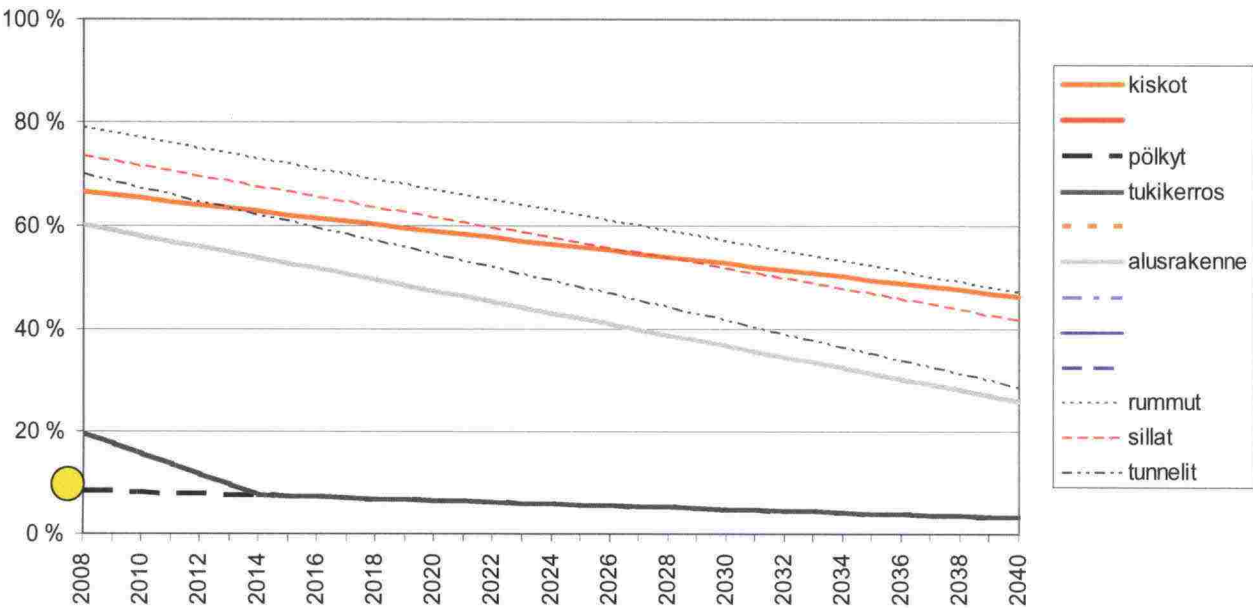
1709 Säkäniemi–Niirala-raja 32,8 km

tavoitepalvelutaso H5/T1
kunnossapitotaso 3

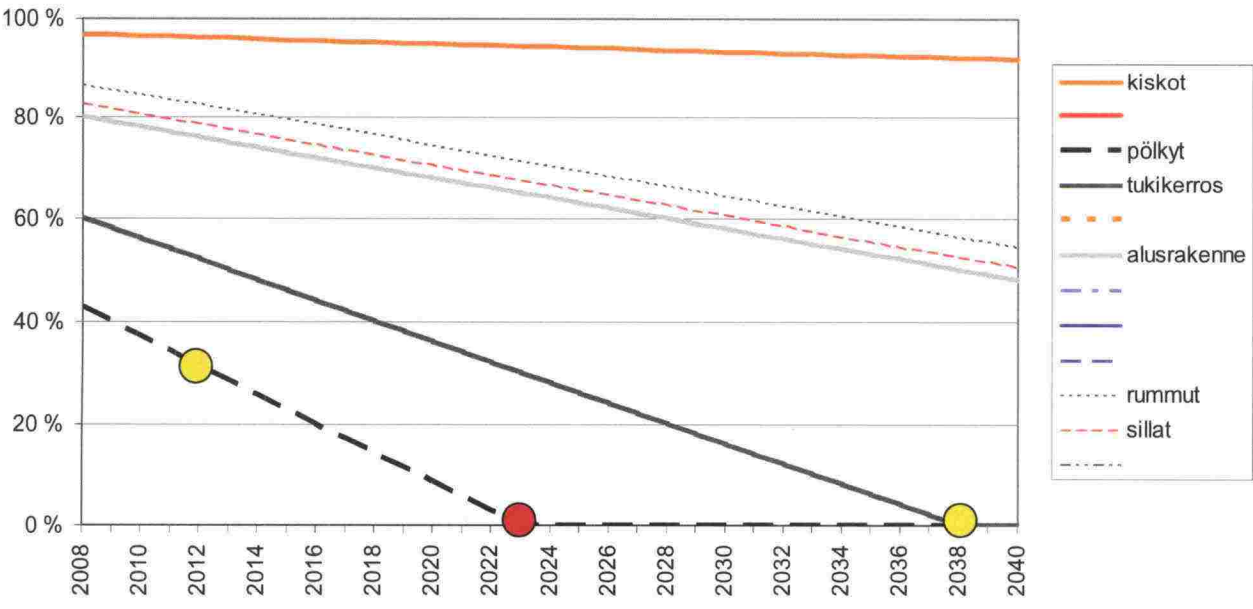


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1715 Lappeenranta–Metsä-Saimaa 6,0 km
tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso ..



1715 Lappeenranta – Mustolan satama 11,0 km
tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso ..

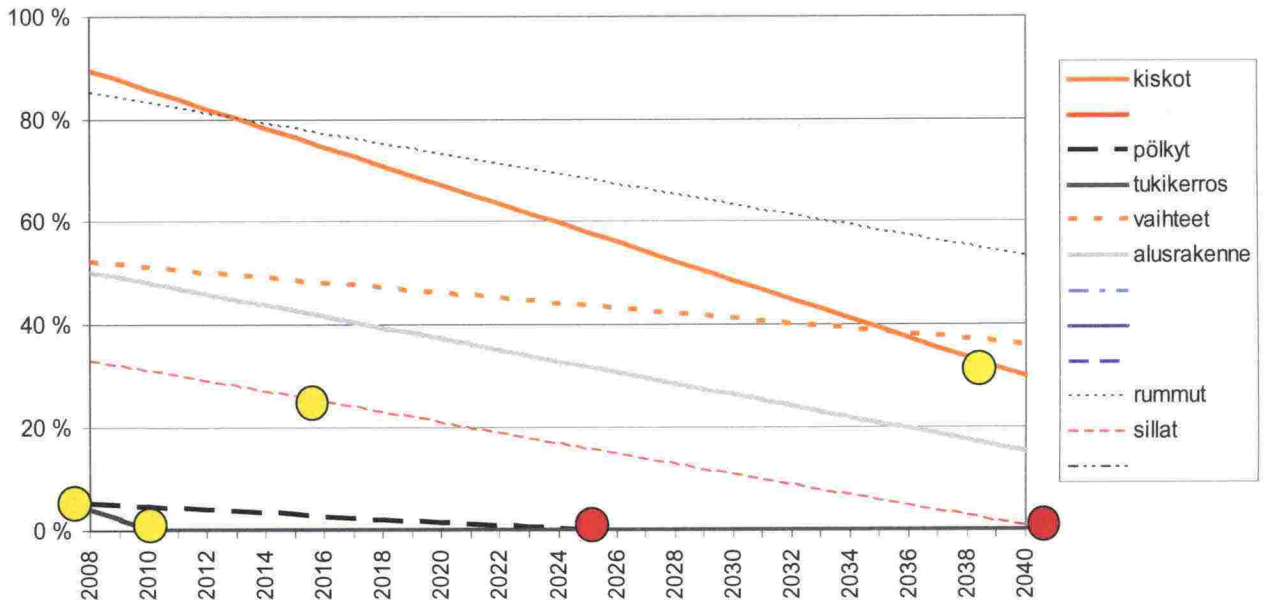


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

1715 Sokojoki–Pankakoski 5,4 km

tavoitepalvelutaso H5/T4

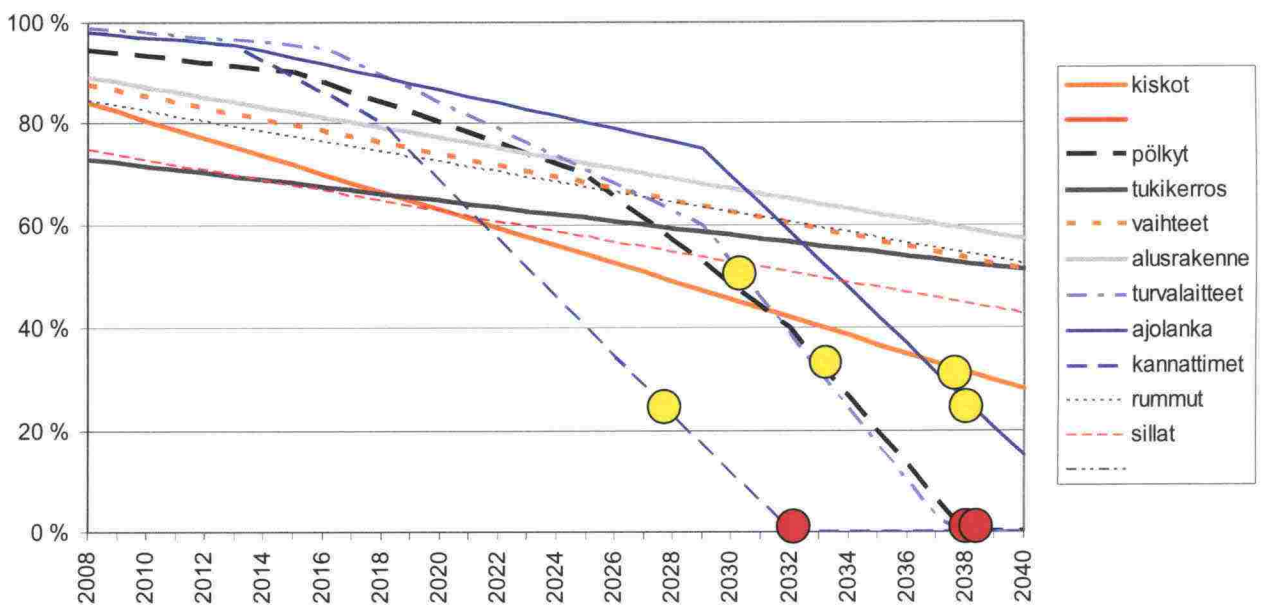
kunnossapitotaso ..



1903 Tuomioja- Raahe 28 km

tavoitepalvelutaso H5/T1

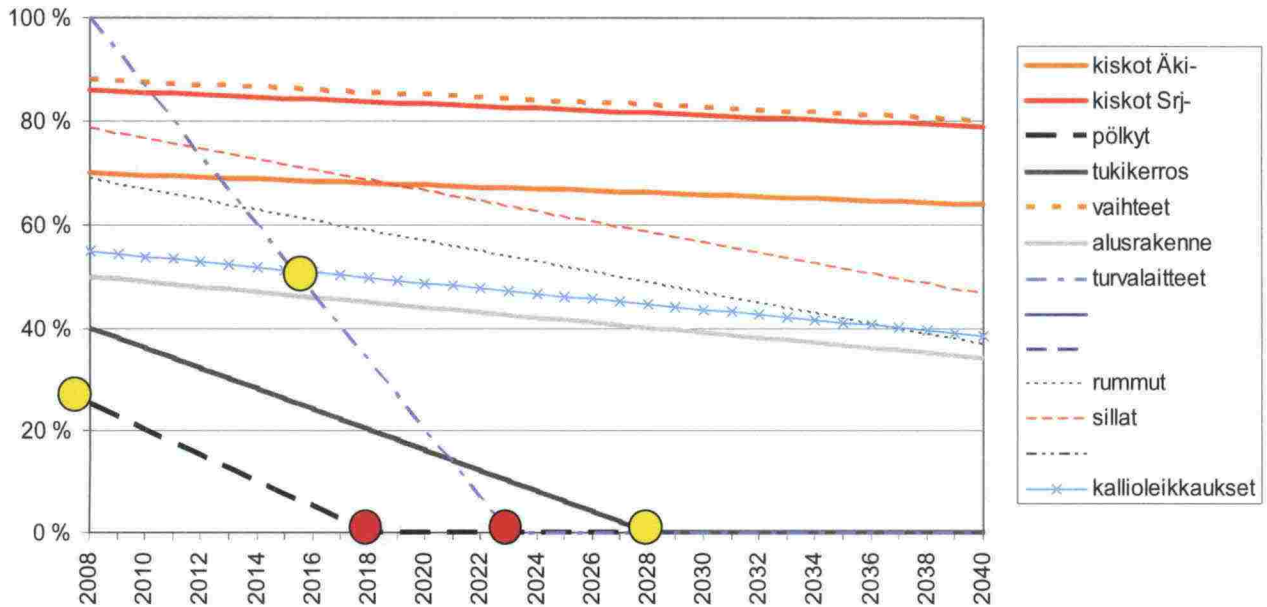
kunnossapitotaso 3



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

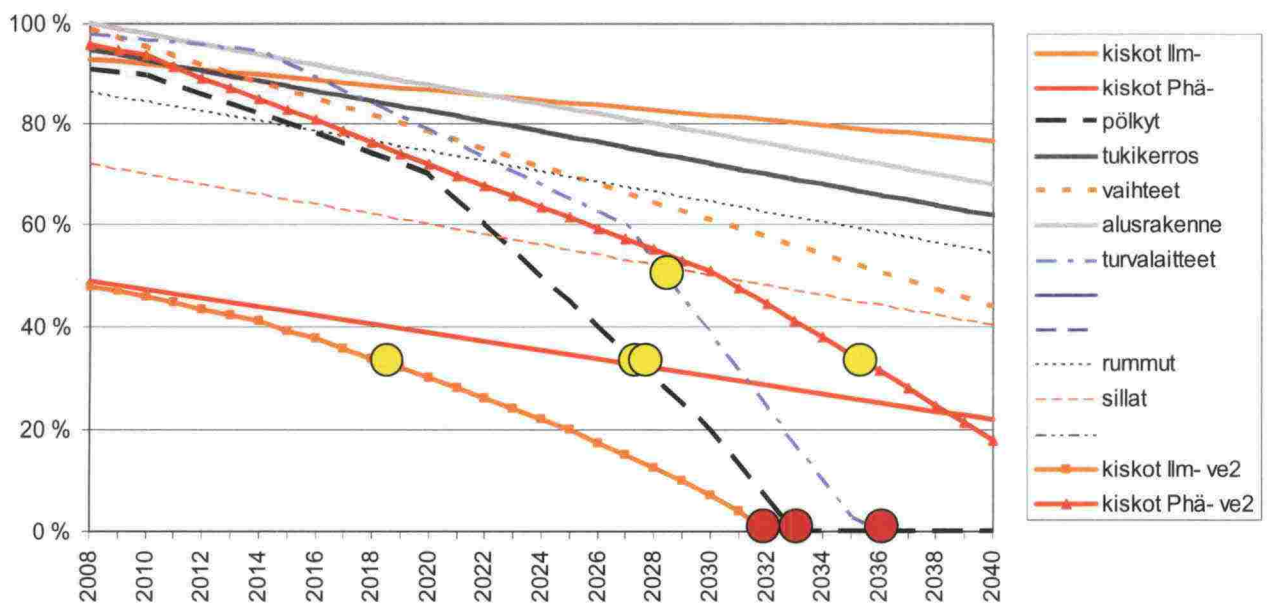
2001 Äänekoski-Haapajärvi 164 km

tavoitepalvelutaso H5/T4
kunnossapitotaso 5



2002 Iisalmi-Ylivieska 154 km

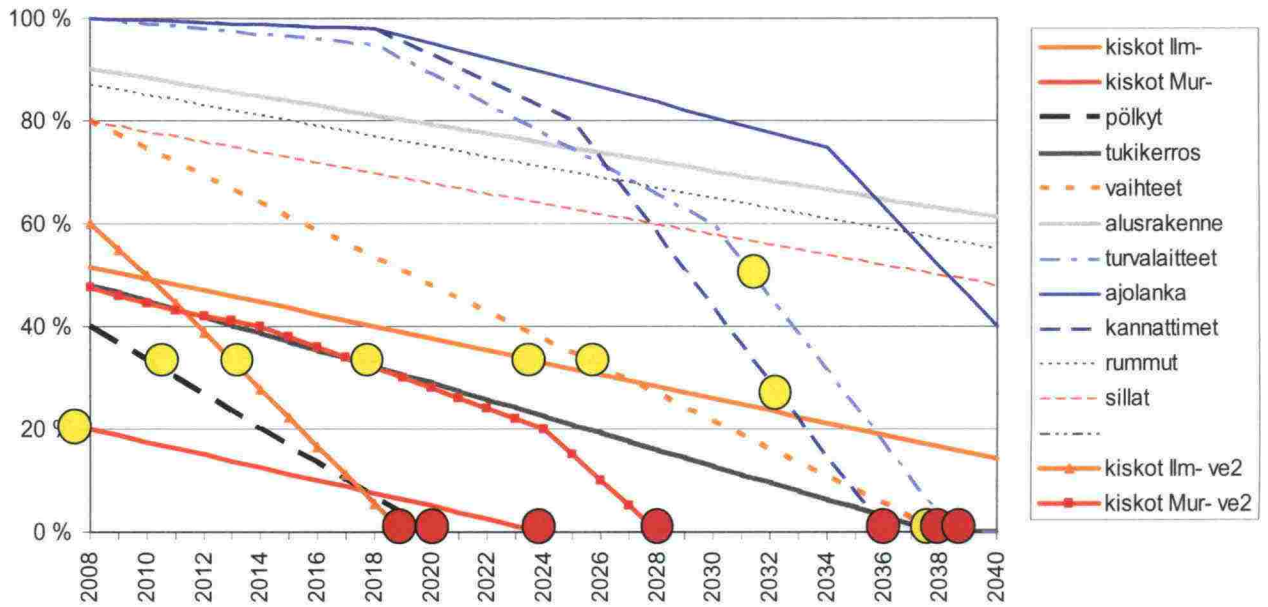
tavoitepalvelutaso H3/T1
kunnossapitotaso 2



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

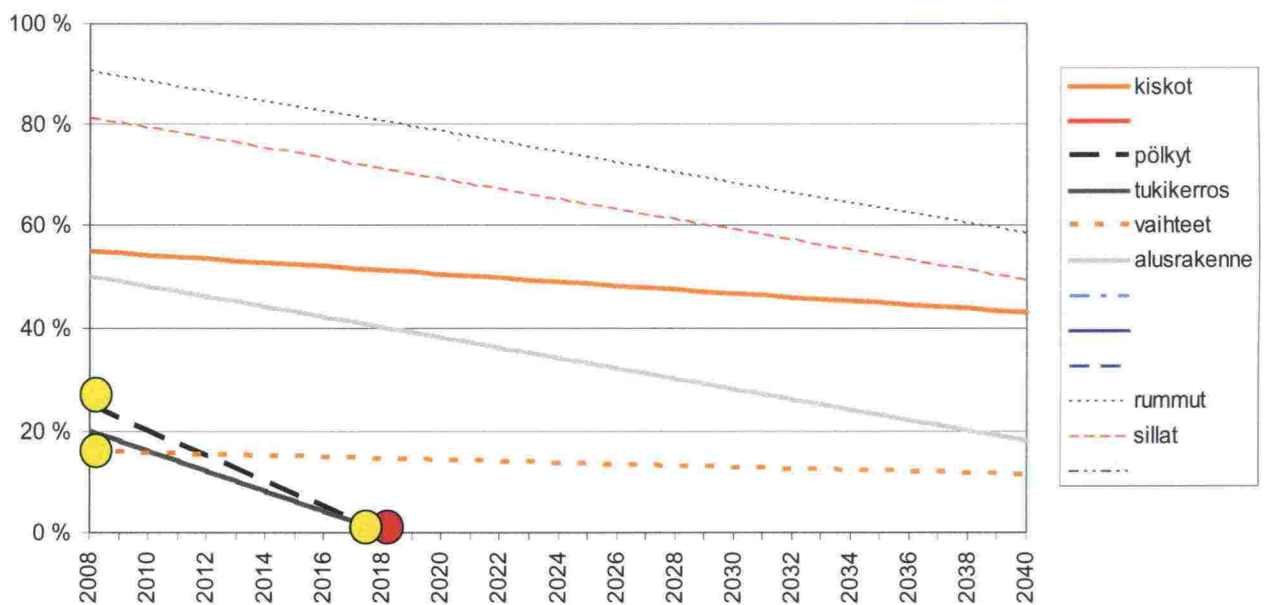
2101 lisalmi–Kontiomäki 108 km

tavoitepalvelutaso H2/T1
kunnossapitotaso 1



2102 Kontiomäki–Ämmänsaari 88 km

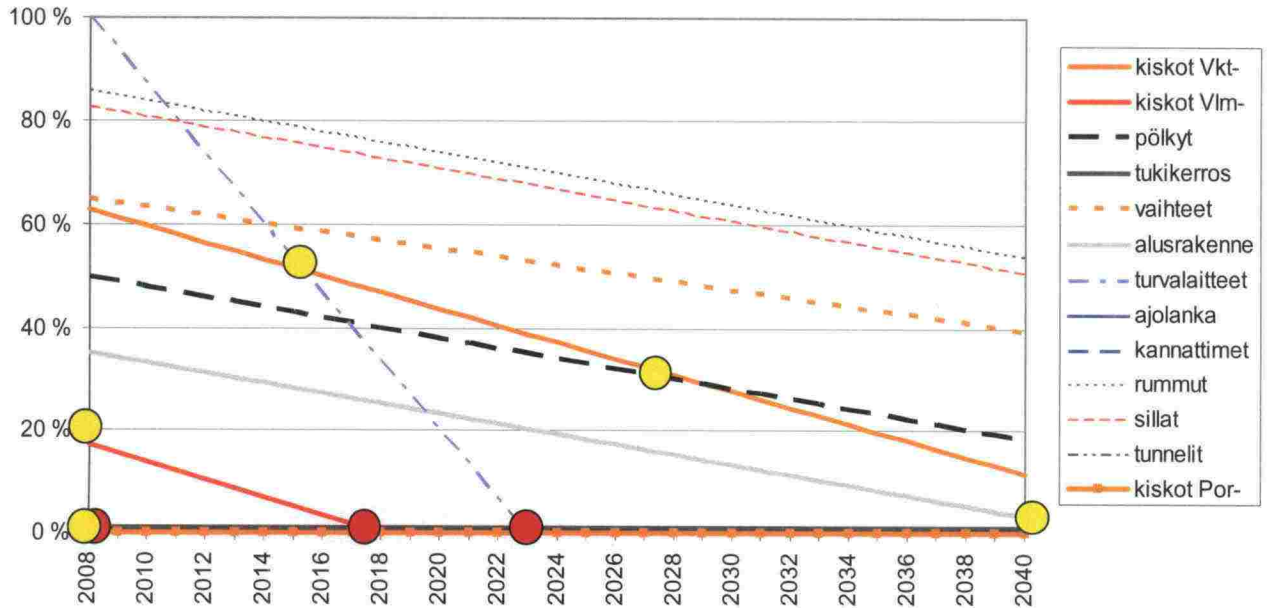
tavoitepalvelutaso H5/T4
kunnossapitotaso 5



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

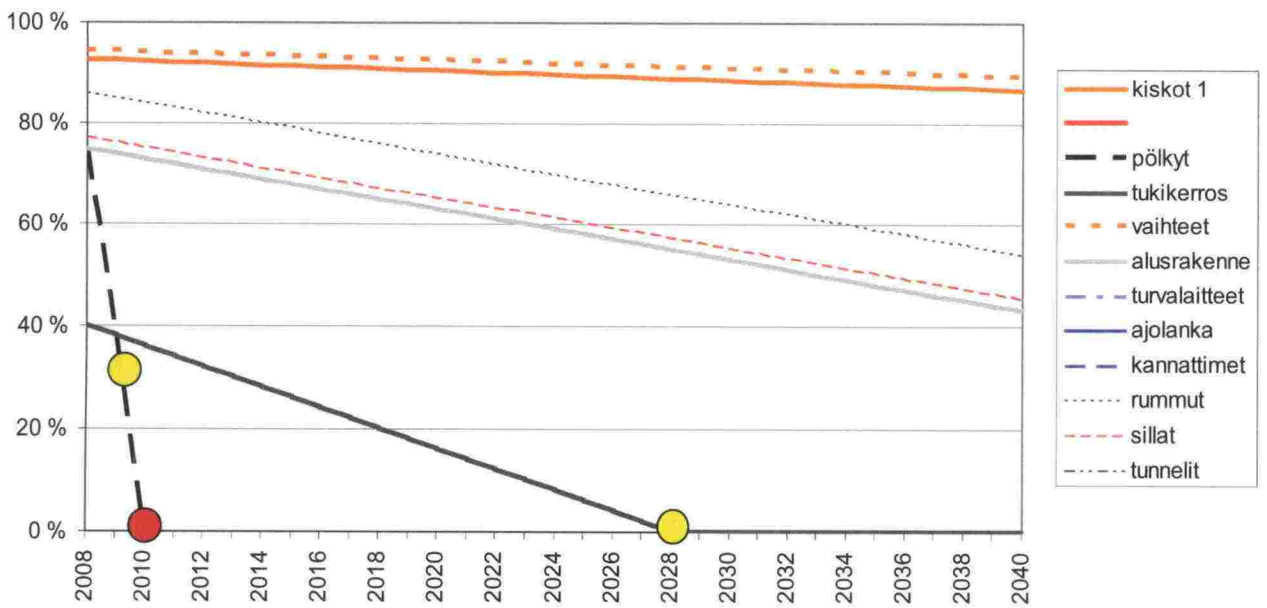
2104 Porokylä–Kontiomäki 106 km

tavoitepalvelutaso H5/T4/T3
kunnossapitotaso 5/4



2104 Vuokatti–Lahnaslampi 12 km

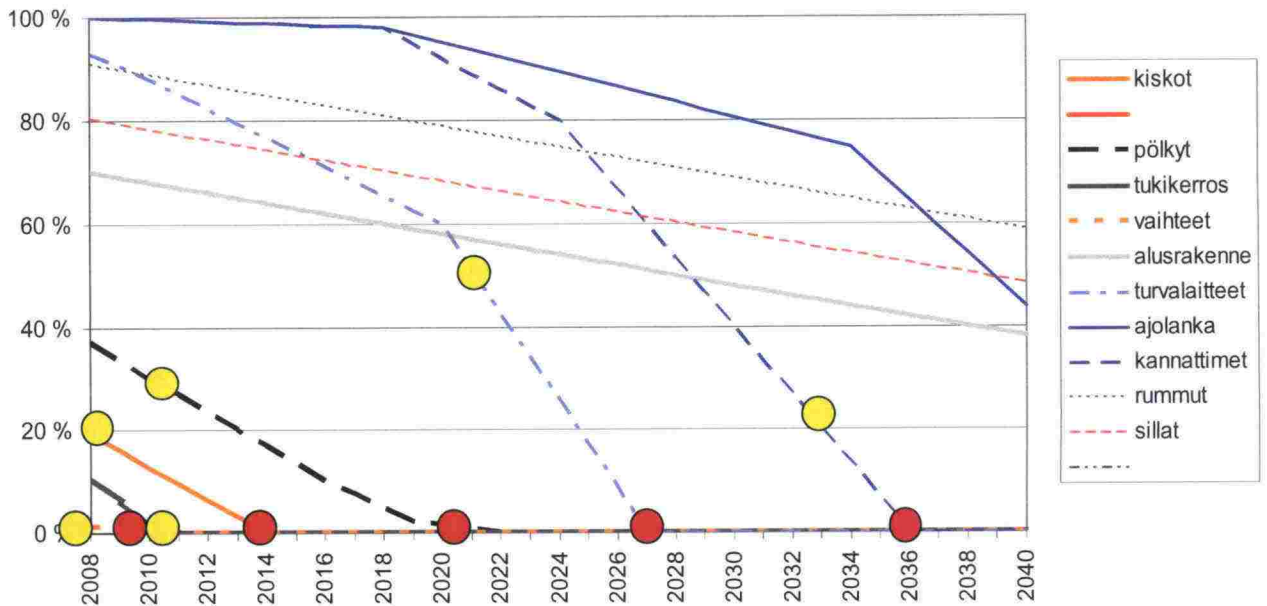
tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso 6



**Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan
heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi**

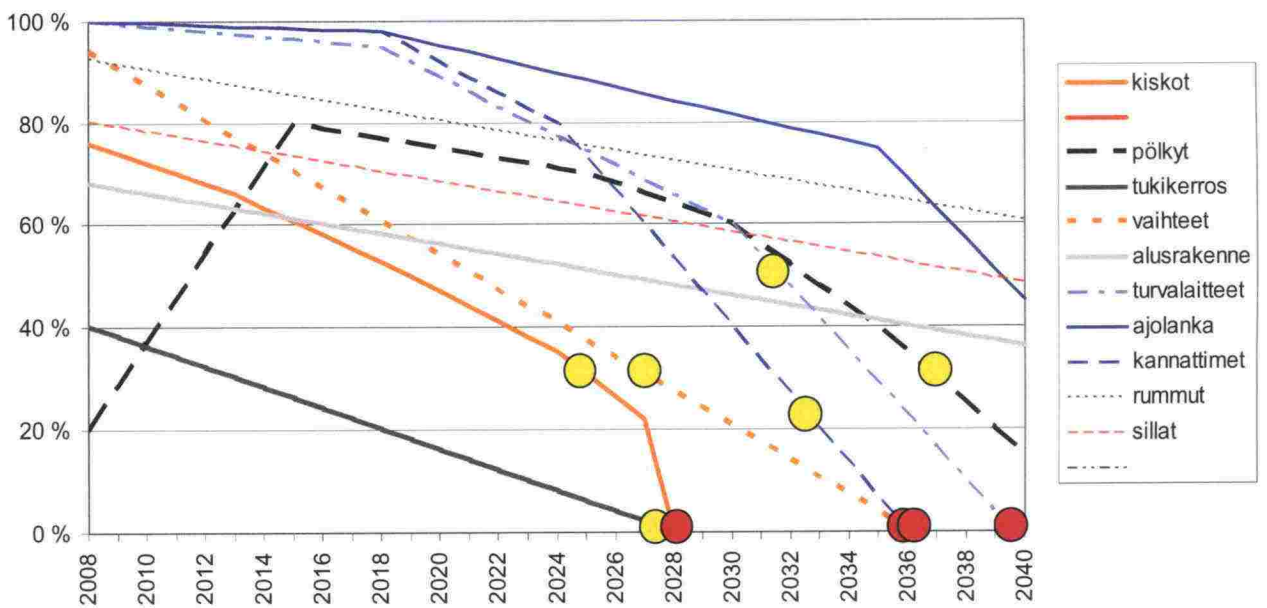
2105 Oulu–Kontiomäki 162 km

tavoitepalvelutaso H2/T1
kunnossapitotaso 1



2106 Kontiomäki–Vartius 96 km

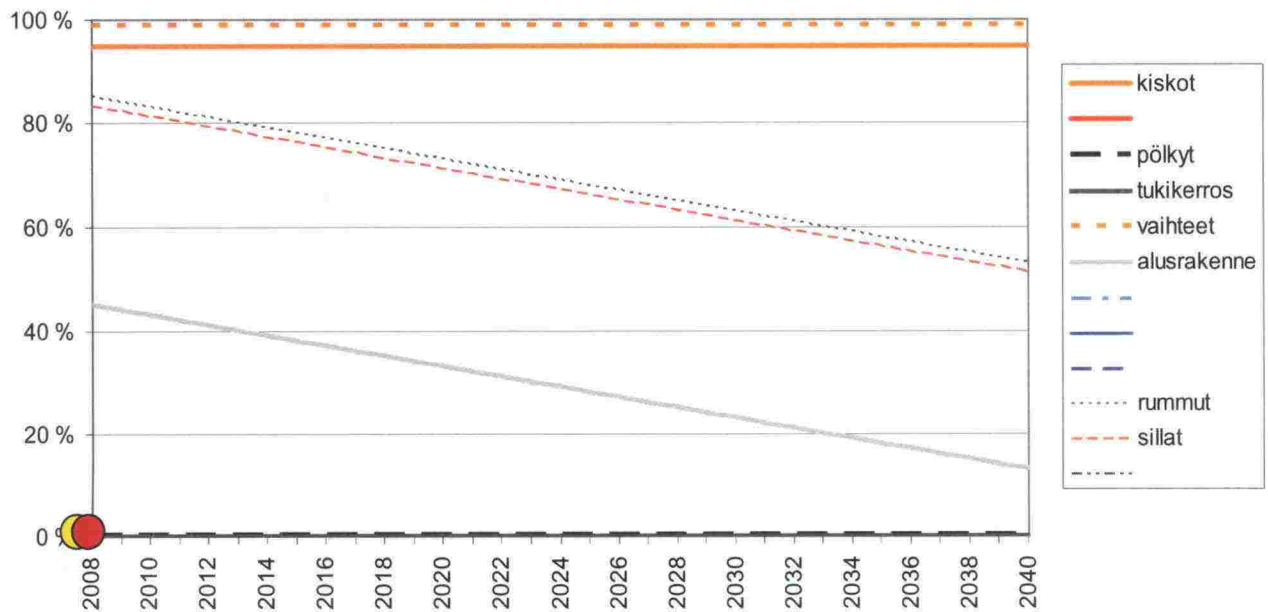
tavoitepalvelutaso H5/T1
kunnossapitotaso 3



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

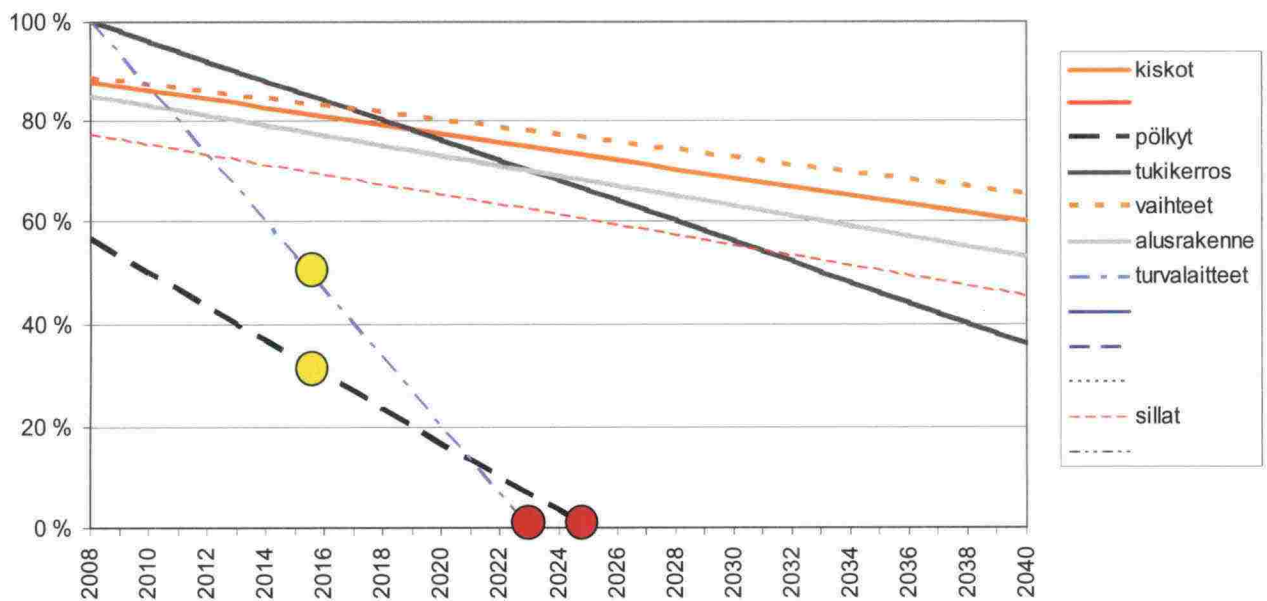
2107 Murtomäki–Otanmäki 25 km

tavoitepalvelutaso H5/T4
kunnossapitotasoa 6



2109 Kajaani–Lamminniemi 3,5 km

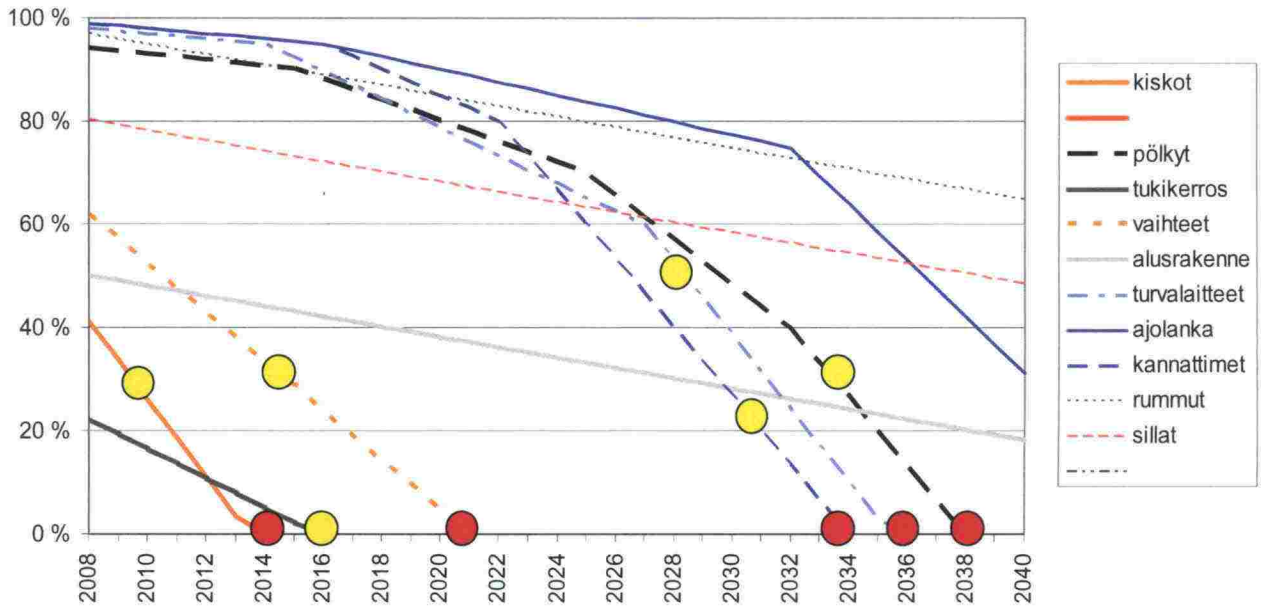
tavoitepalvelutaso ..
kunnossapitotasos ..



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

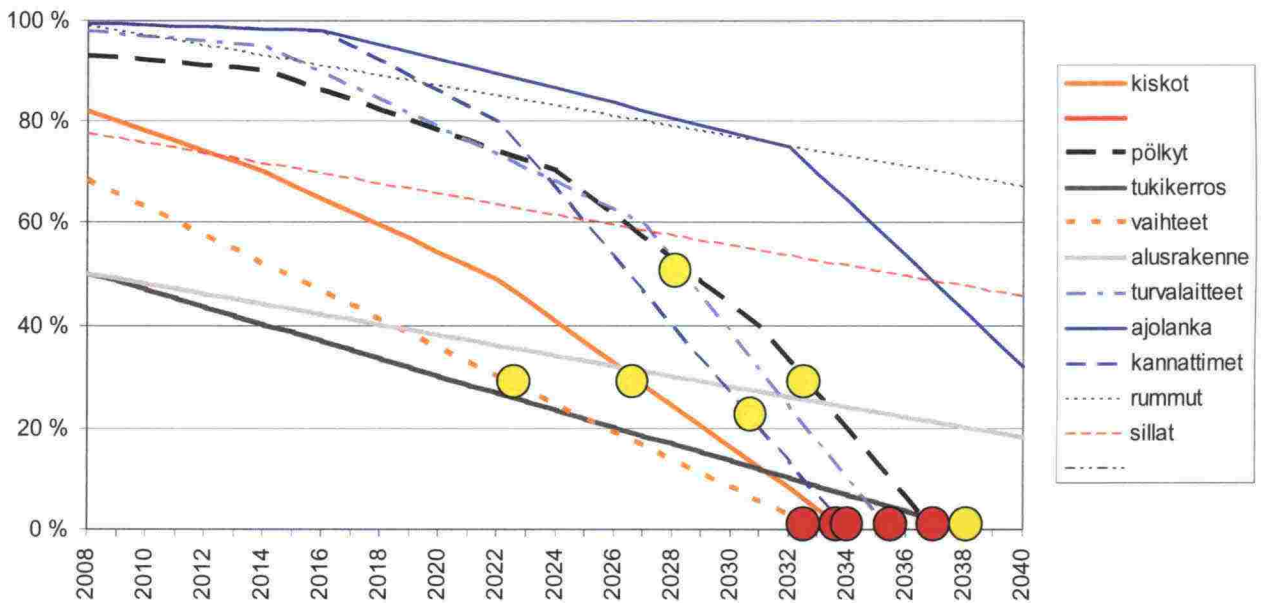
2201 Oulu–Laurila 129,3 km

tavoitepalvelutaso H2/T1
kunnossapitotaso 1



2202 Laurila–Rovaniemi 106 km

tavoitepalvelutaso H2/H3/T1
kunnossapitotaso 1/2

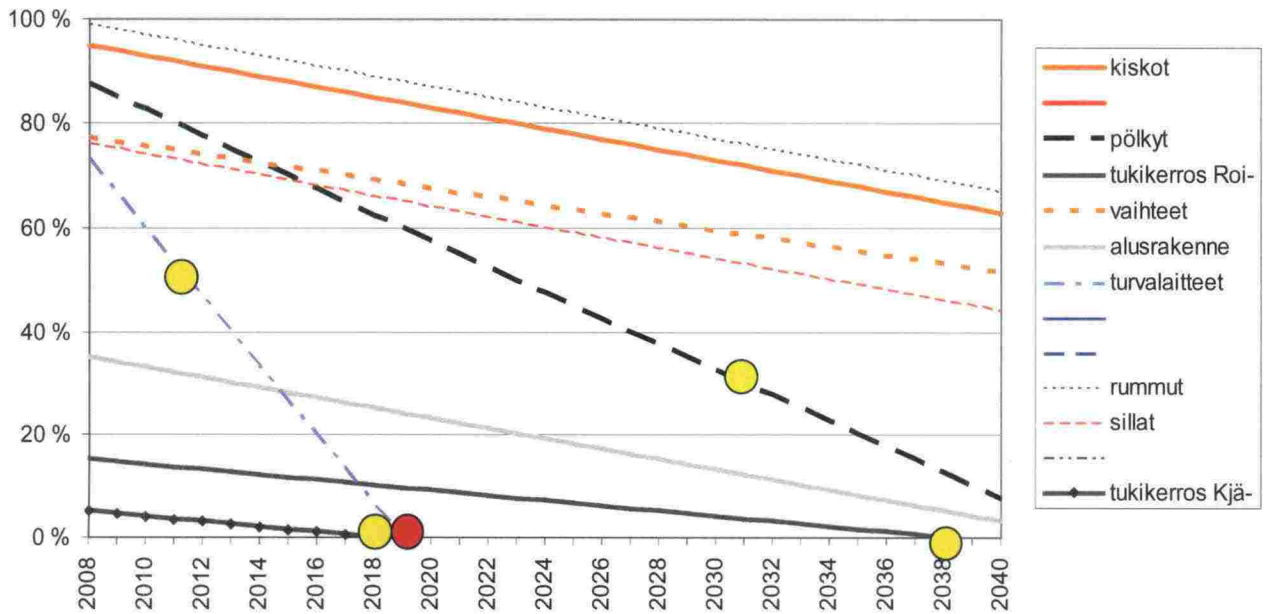


Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

2204 Rovaniemi–Isokylä 91 km

tavoitepalvelutaso H4/T3

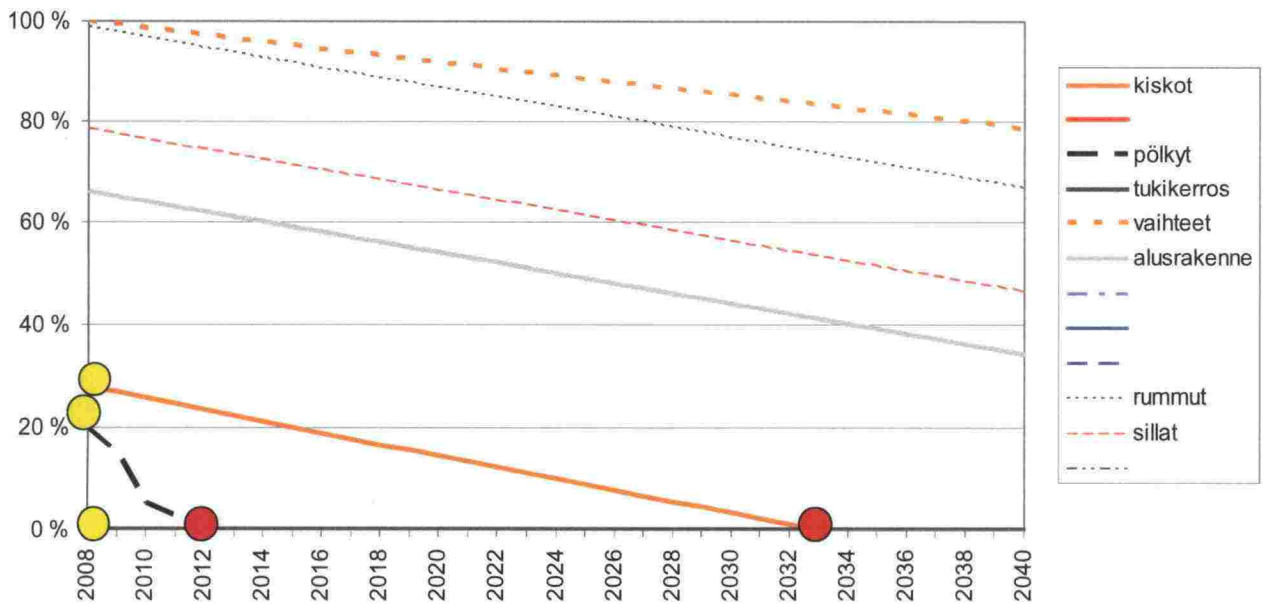
kunnossapitotaso 3/6



2205 Isokylä–Kellosoelkä 72 km

tavoitepalvelutaso ..

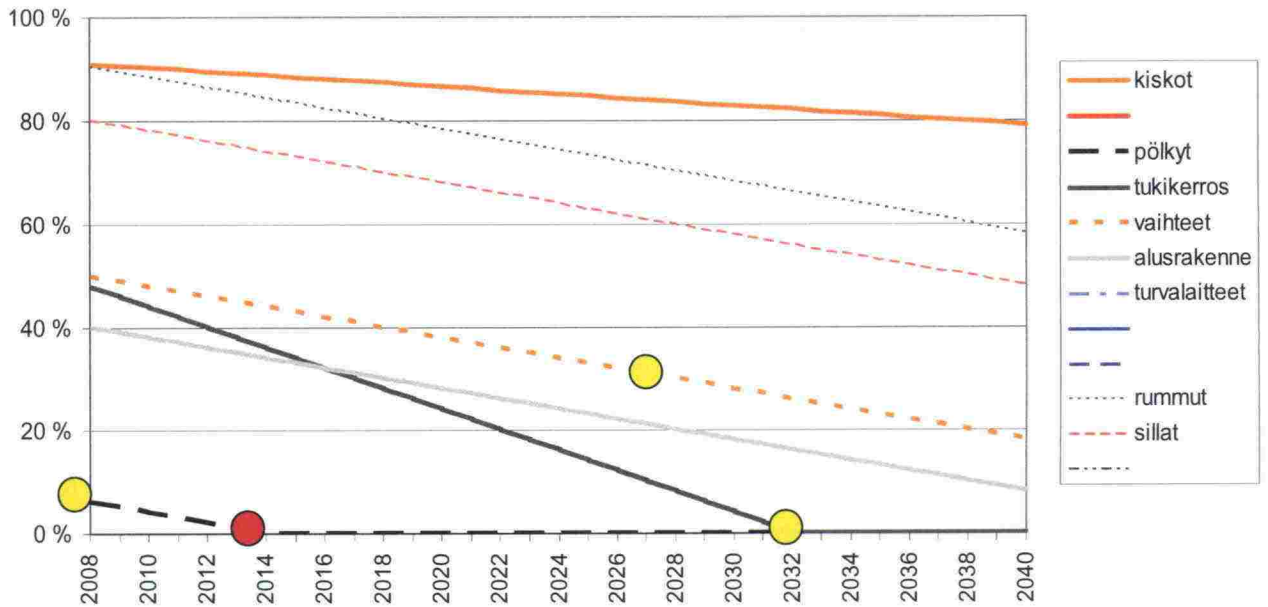
kunnossapitotaso 6



Luonnoksia rataosien kuntotilan ja kuntotilan heikkenemisestä johtuvien rajoitusrajojen kuvaajiksi

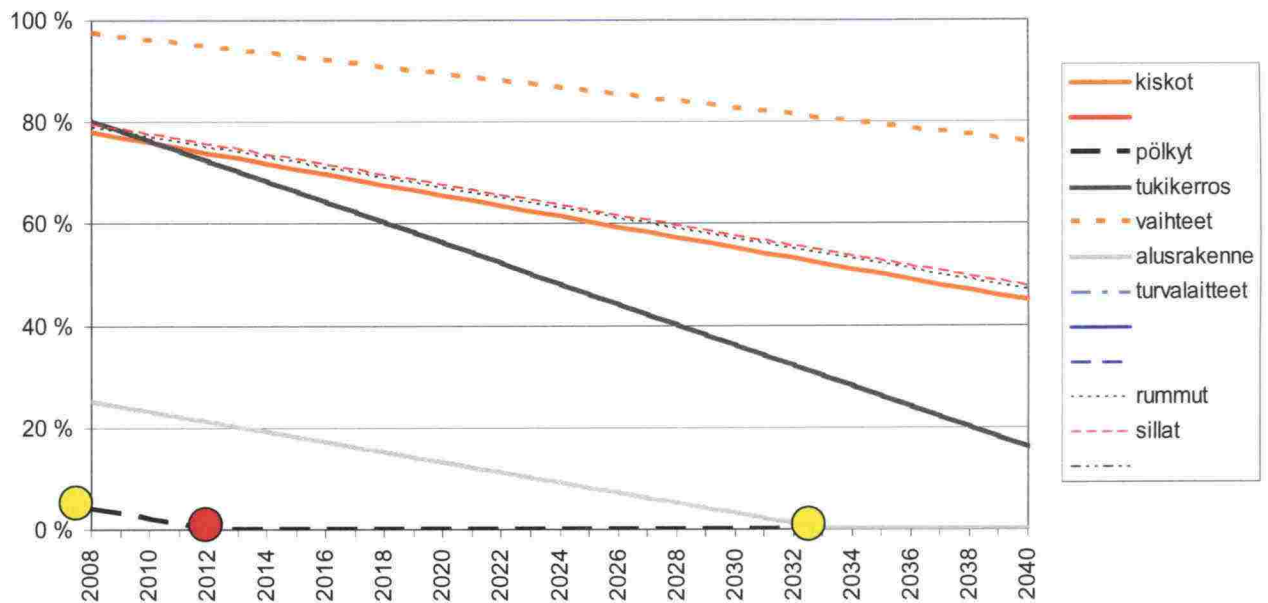
2206 Kemi–Äjos 10 km

tavoitepalvelutaso H5/T4
kunnossapitotaso ..



2207 Tornio–Röyttä 8,8 km

tavoitepalvelutaso H5/T3
kunnossapitotaso 5



RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA A-SARJASSA

- 1/2007 Akselipainon noston tekniset edellytykset ja niiden soveltuminen Luumäki–Imatra-rataosuudelle
- 2/2007 Radan kulumisen rajakustannukset 1997–2005
- 3/2007 Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997–2005
- 4/2007 Ratarakenteen kuormituksen määrittäminen stabiiliteettitarkasteluihin
- 5/2007 Pohjois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 6/2007 Suomen rataverkon tärinäselvitys.
Kirjallisuuskatsaus ja tärinäkohteet vuosina 2000–2006
- 7/2007 Luvattomien radanyhteyksien välttäminen
- 8/2007 Maatutkatekniikan hyödyntäminen radan tukikerroksen kunnon arvioinnissa
- 9/2007 Markkinoilletulo ja rautatiemarkkinoiden muutos kotimaisen tavaraliikenteen avautuessa kilpailulle Suomessa
- 10/2007 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman liikenne-ennusteet
- 11/2007 Logistiikkakeskusten tie- ja ratayhteydet
- 1/2008 Aikataulusuunnittelu ja rautatieliikenteen täsmällisyys
- 2/2008 Rautatieliikenteen simuloinnin merkitys ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa
- 3/2008 Rautateiden liikkuvan kaluston kunnon valvonta runkoverkolla
- 4/2008 Raakapuukuljetusten tulevaisuuden haasteet
- 5/2008 Perussolmuraapihojen merkitys ja näkymät osana kuljetusjärjestelmää
- 6/2008 Tasoristeysten kansirakenteet
- 7/2008 Ratojen alusrakenteissa käytettyjen materiaalien routimisherkyys
- 8/2008 Kolarin seudun kaivoshankkeet
- 9/2008 Rataverkon pohjavesialueiden riskienhallinnan kehittäminen
- 10/2008 Rautatieliikenteen pitkän aikavälin suunnitteluprosessin kehittäminen
- 11/2008 Rautatieliikenteen häiriöiden analysoinnin kehittäminen
- 12/2008 Junan pyörävikojen havainnointi raiteeseen asennetulla mittalaitteella
- 13/2008 A Collaborative Process of Product Lifecycle Management for Railway Signalling Infrastructure
- 14/2008 Rataverkon jatkosähköistyksen hankearvioinnin päivitys
- 15/2008 Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaaminen
- 16/2008 Ilmastomuutokseen sopeutuminen radanpidossa. Esiselvitys
- 17/2008 Kehäradan kiintoraideselvitys
- 18/2008 Rautatiekuljetusten riskienhallinta. Esiselvitys



**RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:
Ratahallintokeskus
Kaivokatu 8, PL 185, 00101 Helsinki
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100
www.rhk.fi

ISSN 1455-2604
ISBN 978-952-445-268-7